



جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
والتعليم الفني
الإدارة المركزية لشئون الكتب

الكيمياء

كتاب الطالب

الصف الأول الثانوى



بنك المعرفة المصري
Egyptian Knowledge Bank

٢٠٢٠ - ٢٠١٩

غير مصرح بتداول هذا الكتاب خارج وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني

إعداد

أ. سامح وليم صادق د. محمد أحمد أبو ليله

أ. عصام محمد سيد د. نوال محمد شلبي

مراجعة : د. هاني محمد حسنين

لجنة التعديل والتطوير

أ.د. محمد سمير عبد المعز أ. إلهام أحمد إبراهيم

أ. نعيم نعيم شبحه

مستشار العلوم

أ. يسرى فؤاد سويرس

مقدمة الكتاب

أبناءنا وبناتنا طلاب الصف الأول الثانوى ، شهدت الأعوام الأخيرة طفرات هائلة ومستحدثات تكنولوجية فى شتى مجالات الحياة ، وكان على المنظومة التعليمية بجمهورية مصر العربية أن تواكب هذه المستحدثات متأثرة بهذا التطور الهائل .

لذلك حرصت وزارة التربية والتعليم على تطوير المناهج على اعتبار أن المنهج كائن يلزمه التجديد والتحديث ليتوافق مع متغيرات العصر وذلك بهدف إعداد جيل قادر على مواكبة هذه المستحدثات ، بل تكون له القدرة على استخدامها فى ابتكار ما هو أحدث .

وقد راعينا فى إعداد هذا الكتاب تغيير دور المتعلم لنخرج به من حيز المتلقى إلى مجال المتفاعل النشط من خلال قيامه بالبحث والاستقصاء والمقارنة والاستنباط واكتساب المهارات وغرس حب المعرفة حتى يصبح فرداً فعالاً فى المجتمع ؛ وذلك لتحقيق الاكتفاء الذاتى لوطنه اقتصادياً وثقافياً واجتماعياً ، وذلك من خلال التنوع فى الأنشطة والمهارات بهدف إعداد جيل متنوع من الطلاب يخدم الوطن فى كافة المجالات .

ويتضمن الكتاب أنشطة فردية وجماعية ، معملية وتطبيقية لتحقيق أهداف المنهج . وينتهى كل فصل بأنشطة تقييمية حتى يقف الطالب على ما تحقق من أهداف وما يجب القيام به من أعمال لتحقيق ما لم يتم تحقيقه ، وقد راعينا فى إعداد هذا الكتاب التسلسل المنطقي لأبواب المنهج ، وكذلك التدرج فى مستوى هذه الأنشطة مراعاة للفروق الفردية والحاجات والميول المختلفة .

وقد تم عرض هذا المنهج فى شكل نسيج متكامل ومتربط فى ستة أبواب تبدأ بعلم الكيمياء وطبيعته وعلاقته بالعلوم الأخرى ، وخاصة الحديث منها مثل : علم النانو تكنولوجى ، ثم توالى أبواب المنهج مروراً بالكيمياء الكمية ثم المحاليل والأحماض والقواعد ، يليها الكيمياء الحرارية ، ثم الكيمياء النووية .

وقد تم تزويد الكتاب بروابط على بنك المعرفة المصرى

www.ekb.eg

منها ما هو فى سياق الموضوعات ، ومنها ما هو إثرائى لتعميق المعرفة والفهم تشجيعاً لكم على المزيد من البحث والاطلاع .

ونحن إذ نقدم هذا الكتاب لكم نتمنى أن يحقق ما تصبو إليه رغباتكم ويشبع ميولكم ويلبى احتياجاتكم ، متمنين أن يتحقق لمصرنا الغالية الرخاء والازدهار .

والله ولى التوفيق ،

المعدون

محتويات الكتاب

الباب الأول:

الكيمياء، مركز العلوم

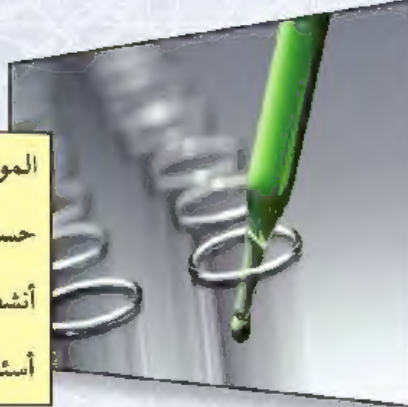
الكيمياء والقياس	٤
النانوتكنولوجيا والكيمياء	١٢
أنشطة وأسئلة تقويمية	٢٠
أسئلة مراجعة	٢٩



الباب الثاني:

الكيمياء الكمية

المول والمعادلة الكيميائية	٣٤
حساب الصيغة الكيميائية	٤٣
أنشطة وأسئلة تقويمية	٥٠
أسئلة مراجعة	٦١



الباب الثالث:

المحاليل - الأحماض والقواعد

المحاليل والغرويات	٦٦
الأحماض والقواعد	٧٨
أنشطة وأسئلة تقويمية	٩٢
أسئلة مراجعة	١٠٤



الباب الرابع: الكيمياء الحرارية

- ١٠٨.....المحتوى الحرارى
- ١١٨.....صور التغير فى المحتوى الحرارى
- ١٢٦.....أنشطة وأسئلة تقويمية
- ١٣٢.....أسئلة مراجعة



الباب الخامس: الكيمياء النووية

- ١٣٦.....نواة الذرة والجسيمات الأولية
- ١٤٥.....النشاط الإشعاعى والتفاعلات النووية
- ١٥٦.....أنشطة وأسئلة تقويمية
- ١٦٤.....أسئلة مراجعة



الأهداف العامة للباب الأول :

في نهاية هذا الباب يصبح الطالب قادرًا على أن :

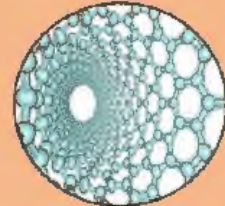
- يتعرف ماهية الكيمياء.
- يشرح العلاقة بين الكيمياء وباقي فروع العلم.
- يتعرف طبيعة القياس وأهميته.
- يتعرف الأدوات والأجهزة المستخدمة في معامل الكيمياء.
- يستخدم الأدوات العملية الملائمة للمنهج بدقة وكفاءة.
- يتعرف مفهوم تكنولوجيا النانو.
- يتعرف مفهوم كيمياء النانو.
- يحدد بعض تطبيقات كيمياء النانو وتكنولوجيا النانو.
- يستنتج أن للنانو تكنولوجيا تأثيرات مفيدة وأخرى ضارة.

الباب الأول

فصول الباب الأول :



١ الكيمياء والقياس



٢ النانو تكنولوجيا والكيمياء

القضايا المتضمنة : العلم والتكنولوجيا والمجتمع

تأمل الحياة من حولك لتكتشف أن الكيمياء تدخل في كل شيء فيها؛ الطعام الذي تتناوله ،
الملابس التي ترتديها ، الأدوية التي يصفها لك الطبيب ، الأدوات والأجهزة التي
تستخدمها ، حتى في تركيب أجسامنا وكيفية عملها. ليس ذلك فقط بل أن
الكثير من العلوم التي نعرفها تعتمد في تفسير ظواهرها على الكيمياء.
في هذه الوحدة نتعرف على مجال عمل الكيمياء والعمليات
التي يتبعها الكيميائيون ، ونتعرف على دور الكيمياء في
حياتنا وعلاقتها بالعلوم الأخرى. ولأن الكيمياء مجال
يعتمد على التجريب ، فإن هذه الوحدة تزودك
بمعرفة عن الأدوات والأجهزة التي نستخدمها في
القياس والتجريب ، وكيف نستخدمها بكفاءة.
وإذا كان العصر القادم هو عصر المواد متناهية
الصغر ذات الخواص الفائقة ، أي عصر
النانوتكنولوجي فإننا يمكن أن نعتبره
عصر الكيمياء ، لأنها المسؤولة عن بناء
واكتشاف هذا النوع من المواد.

الكيمياء - مركز العلوم

Chemistry is The Central Science

المصطلحات الأساسية :

Physical Sciences	العلوم الطبيعية
Biochemistry	الكيمياء الحيوية
Physical chemistry	الكيمياء الفيزيائية
Measurement	القياس
Measurement unit	وحدة القياس
Nanotechnology	النانوتكنولوجي
Nano	النانو
Nanochemistry	كيمياء النانو
Measurement Instruments	أجهزة القياس





الفصل الأول: الكيمياء والقياس

Chemistry and Measurement

علم الكيمياء

يعيش الإنسان حياته باحثًا في الكون من حوله ، في محاولة دائمة ودائمة لفهم ظواهر هذا الكون وتفسيرها ، بل والتحكم فيها أيضًا. هذه الجهود التي يبذلها الإنسان أثمرت وستظل تثمر عن حقائق ومفاهيم ومبادئ وقوانين ونظريات ، يضمها نسق أو بناء هو العلم.

العلم Science : بناء منظم من المعرفة يتضمن الحقائق والمفاهيم والمبادئ والقوانين والنظريات العلمية ، وطريقة منظمة في البحث والتنقص.

ويختلف مجال العلم باختلاف الظواهر موضع الدراسة ، والأدوات المستخدمة والطرق المتبعة في البحث ، ومن هذه العلوم علم الكيمياء.

علم الكيمياء Chemistry : هو العلم الذي يهتم بدراسة تركيب المادة وخواصها والتغيرات التي تطرأ عليها ، وتفاعل المواد المختلفة مع بعضها البعض والظروف الملائمة لذلك.

وعلم الكيمياء هو أحد العلوم الطبيعية Physical Science شكل (١) التي عرفها الإنسان ومارسها منذ زمن بعيد، وقد ارتبط هذا العلم منذ الحضارات القديمة بالمعادن والتعدين وصناعة الألوان والطب والدواء وبعض الصناعات الفنية كديغ الجلود وصباغة الأقمشة وصناعة الزجاج واستخدمه المصريون القدماء في التحنيط. وقد أصبح علم الكيمياء الآن له دور في جميع مجالات الحياة.

نماذج التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادرًا على أن:

- ☞ يتعرف ماهية الكيمياء.
- ☞ يتعرف دور الكيمياء في حياتنا.
- ☞ يشرح العلاقة بين الكيمياء وباقي فروع العلم.
- ☞ يتعرف طبيعة القياس وأهميته.
- ☞ يتعرف الأدوات والأجهزة المستخدمة في عمل الكيمياء.
- ☞ يستخدم الأدوات والأجهزة بدقة وكفاءة.
- ☞ يتعرف استخدامات الأدوات الدقيقة المصغرة .



شكل (١) العلوم الطبيعية



مجالات دراسة علم الكيمياء :

يهتم علم الكيمياء بدراسة التركيب الذري والجزيئي للمواد وكيفية ارتباطها ، ومعرفة الخواص الكيميائية لها ، ووصفها كمًا وكيفًا ، كذلك التفاعلات الكيميائية التي تتحول بها المتفاعلات إلى نواتج وكيفية التحكم في ظروف التفاعل . للوصول إلى منتجات جديدة مفيدة تلبى الاحتياجات لمتزايدة في المجالات المختلفة مثل الطب والزراعة والهندسة والصناعة . كما يساهم علم الكيمياء في علاج بعض المشكلات البيئية مثل تلوث الهواء والماء والتربة ، ونقص المياه ، ومصادر لطاقة ، وغير ذلك من المحالات ويمكن تقسيم علم الكيمياء إلى فروع مثل : الكيمياء الفيزيائية - الكيمياء الحيوية - الكيمياء العضوية - الكيمياء التحليلية - الكيمياء الحرارية - الكيمياء النووية - الكيمياء الكهربية - الكيمياء البيئية وغيرها ..

الكيمياء مركز العلوم

البحث والتجريب

راجع شبكة امعلومات ووضح العلاقة بين الكيمياء والتطبيقات التالية



▲ شكل (٢) العلاقة بين الكيمياء والحياة

يعتبر علم الكيمياء مركزاً لمعظم العلوم الأخرى ، كعلم الأحياء والفيزياء والطب والزراعة وغيرها من العلوم نذكر منها على سبيل المثال ما يلي

الكيمياء والبيولوجي :

علم البيولوجي هو علم خاص بدراسة الكائنات الحية ، ويسهم علم الكيمياء في فهم التفاعلات الكيميائية التي تتم داخل الكائنات الحية ومنها تفاعلات الهضم والتنفس والبناء الضوئي وغيرها . يستج عن التكامل بين البيولوجي والكيمياء علم الكيمياء الحيوية **Biochemistry** ويختص بدراسة التركيب الكيميائي لأجزاء لخلية في مختلف الكائنات الحية ، مثل الدهون والكربوهيدرات والبروتينات والأحماض النووية وغيرها .



الكيمياء والفيزياء :

الفيزياء هي العلم الذي يدرس كل ما يتعلق بالمادة وحركتها والطاقة ، ومحاولة فهم الظواهر الطبيعية والقوى المؤثرة عليها ، كما تهتم بالقياس وابتكار طرق جديدة للقياس تزيد من دقتها ، وينتج عن التكامل بين الفيزياء والكيمياء علم الكيمياء الفيزيائية **Physical Chemistry** ، ويختص بدراسة خواص المواد وتركيبها والجسيمات التي تتكون منها هذه المواد مما يسهل على الفيزيائيين القيام بدراساتهم.

الكيمياء والطب والصيدلة :

الأدوية التي يستخدمها المرضى ويصفها الأطباء ما هي إلا مواد كيميائية لها خواص علاجية ، يقوم الكيميائيون بإعدادها في معملهم ، أو مواد مستخلصة من مصادر طبيعية. وتفسر لك الكيمياء طبيعة عمل الهرمونات والإنزيمات في جسم الإنسان. وكيف يستخدم الدواء في علاج الخلل في عمل أي منها.

الكيمياء والزراعة :

يسهم علم الكيمياء في اختيار التربة المناسبة لزراعة محصول ما وذلك عن طريق التحليل الكيميائي الذي يحدد نسب مكوناتها ومدى كفاية هذه المكونات لاحتياجات هذه النباتات وكذلك تحديد السماد المناسب لهذه التربة لزيادة إنتاجيتها من المحاصيل ، كما تسهم في إنتاج المبيدات الحشرية الملائمة للآفات الزراعية.

الكيمياء والمستقبل :

عن طريق كيمياء النانو يتم اكتشاف وبناء مواد لها خصائص فائقة (غير عادية) وقد ساهمت كيمياء النانوتكنولوجي، في تصنيع بعض المواد التي يتم عن طريقها تطوير مجالات عديدة منها الهندسة والاتصالات والطب والبيئة والمواصلات وتلبي العديد من الاحتياجات البشرية

القياس في الكيمياء Measurement in Chemistry

طبيعة القياس :

إن لتطور العلمي والصناعي و لتكنولوجي والاقتصادي الذي نعيشه في العصر الحديث هو نتاج الاستعمال الصحيح والدقيق لمبادئ القياسات .

القياس Measurement : هو مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية



وتتضمن عملية القياس نقطتين أساسيتين هما :

❖ القيمة العددية : التي من خلالها نصف المعد أو الخاصية المقاسة.

❖ وحدة قياس مناسبة : متفق عليها في إطار نظام وحدات القياس الدولية المتعارف عليها وهي مقدار محدد من كمية فيزيائية معينة ، تستخدم كمعيار لقياس مقدار فعلي لهذه الكمية.

وحدة القياس	القيمة العددية
kg	1
m	10
sec	100

أهمية القياس

يعتبر العالم افرنسي أنطوان لافوازييه هو المسئول عن جعل الكيمياء علمًا كميًا دقيقًا ، حيث أن تجاربه كانت من النوع الكمي بالدرجة الأولى ، فهو أول من قام بتحديد تركيب حامض الميثريك والكبريتيك ، وصاغ قانون بقاء الكتلة وقد أعطت أعمال لافوازييه دفعة قوية في تطوير أدوات وأجهزة القياس في الكيمياء.



أهمية القياس في الكيمياء :

أصبحت أساليب التحليل والقياس في الكيمياء في الوقت الحالي أكثر تطورًا من حيث الدقة والتنوع ، وأصبح الإنسان يعتمد عليها في مختلف مجالات الحياة من بيئة وتغذية وصحة وزراعة وصناعة وغير ذلك ، وذلك من أجل توفير المعلومات اللازمة والمعطيات الكمية لكي يتمكن من استخدام الإجراءات اللازمة والتدابير المناسبة.

١. القياس ضروري من أجل التعرف على نوع وتركيز العناصر المكونة للمواد التي نستخدمها ونتعامل معها



بهدفه البيانات التالية توضح مكونات رجنتين من المياه المعدنية مقدرة بو حدة / L .mg

المكونات	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl	(HCO ₃) ⁻	(SO ₄) ²⁻
الزجاجة (أ)	25.5	2.8	8.7	12	14.2	103.7	41.7
الزجاجة (ب)	120	8	40	70	220	335	20

اقرأ البيانات جيدًا ، ثم اجب عن الأسئلة التالية :

❖ إذا علمت أن مستهلك يتبع نظامًا غذائي قليل الملح - أي زجاجة يختارها ؟

❖ استهلك شخص خلال يوم 1.5 لتر ماء من الزجاجة (ب) ، احسب كتلة الكالسيوم التي يحصل عليها من الماء خلال اليوم.

❖ ما أهمية طاقة لبيانات بالنسبة للمستهلك ؟ لماذا نحتاج إلى القياس في حياتنا ؟





٢. القياس ضروري من أجل المراقبة والحماية الصحية

يحدد الجدول لتألي المعايير العالمية للحكم على صلاحية المياه للشرب ، استخدم البيانات الواردة في الجدول للحكم على جودة الماء في الزجاجتين (أ) و (ب) لسابق عرض بيانهما في بطاقة البيانات علاه :

المكونات	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	(SO ₄) ²⁻
الكمية (mg/L)	أقل من 150	أقل من 12	أقل من 50	أقل من 300	200 - 250	أقل من 250

تتطلب سلامة البيئة وحمايتها مراقبة ماء لشرب والهواء الذي نتنفسه والمواد لغذائية والرعاعية وهذا يتطلب قياسات عديدة ومتنوعة.

٣. القياس ضروري لتقدير موقف ما ، واقتراح علاج في حالة وجود خلل

ملاحظة

تمثل الوثيقة التي أمامك نتائج تحليلات بيولوجية طبية خضع لها شخص ما صباحاً قبل الإفطار ، وضح :

❶ ماذا تعنى لقيمة المرجعية ؟

❷ ماذا تستخرج من قيم نتائج تحليل كل من السكر (Glucose) وحمض البويك (Uric acid) في دم هذا الرجل ؟

❸ ما القرارات التي يجب على هذا الرجل أن يتخذها في ضوء نتائج التحليل الذي توصلت إليه ؟

وثيقة تحليلات طبية

نوع التحليل	نتيجة التحليل (mg/dL)	القيمة المرجعية (mg/dL)
Glucose	70	70 - 110
Uric acid	9.2	3.6 - 8.3



في التحليلات الطبية يمكننا القياسات التي نحصل عليها من اتخاذ القرارات اللازمة لإصلاح أوجه الخلل.

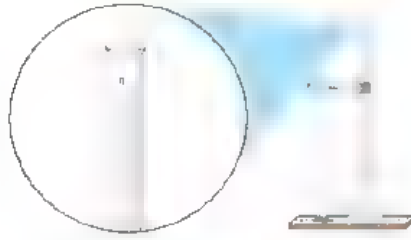
أدوات القياس في معمل الكيمياء Measurement tools in chemical lab

يتم إجراء التجارب الكيميائية في مكان ذي مواصفات وشروط معينة ، يسمى المختبر أو معمل الكيمياء ، يتطلب معمل الكيمياء توفير احتياطات الأمان لمناسبة ، وجود مصدر للحرارة كموقد بنزن ، ومصدر للماء وأماكن لحفظ المواد الكيميائية والأدوات والأجهزة المختلفة. ومن الضروري معرفة الطريقة الصحيحة لاستخدام كل منها وطريقة حفظها. وفيما يلي عرض تفصيلي لبعض الأجهزة والأدوات التي تستخدم في معمل الكيمياء والغرض من استخدامها :



الميزن الحساس The Sensitive Balance

يستخدم لقياس كتل المواد. وتختلف الموازين في تصميمها وأشكالها، والموازين الرقمية هي الأكثر شوعاً **Digital Balances**، وأكثر أنواعها استخداماً الميزان ذو الكفة القوية **Top loading balance** شكل (٣) وفي الغالب تُنثت التعليمات الخاصة باستخدام الميزان في أحد جوانبه، ويجب قبل استخدام الموازين قراءة هذه التعليمات بعناية.



▲ شكل (٤) سحاحة مشية على حامل



▲ شكل (٣) الميزان ذو الكفة القوية

السحاحة Burette :

أنبوبة زجاجية طويلة ذات فتحتين، إحداهما مملء السحاحة بالمحلول والأخرى مثبت عليها صمام للتحكم بكمية المحلول المأخوذ منها، ويتم تثبيت السحاحة إلى حامل ذي قاعدة معدنية خاصة حتى يتم الحفاظ على الشكل لعمودى المطبوع لها خلال التجارب. تستخدم السحاحة عادة في التجارب التي تتطلب نسبة عالية من الدقة في لقياس مثل تعيين أحجام السوائل أثناء المعايرة وفي السحاحة يكون صفر التدريج قريباً من الفتحة العلوية وينتهي قبل الصمام.

الكؤوس الزجاجية Beakers :

أوان زجاجية شفافة مصنوعة من زجاج البيركس المقاوم للحرارة تُستخدم في خلط السوائل والمحاليل، حيث يوجد منها أنواع مدرجة وذات سعة محددة كما تستخدم في نقل حجم معلوم من السائل من مكان لآخر.



▲ شكل (٦) لترية تصبغة في قشر حجم سائل

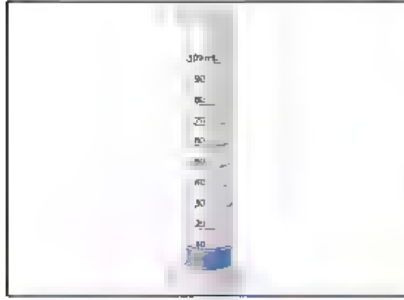


▲ شكل (٥) كؤوس زجاجية ذات أحجام مختلفة



المختبر المدرج : Graduated Cylinder

يصنع من الزجاج أو البلاستيك ، ويستخدم لقياس حجوم السوائل حيث أنه أكثر دقة من الدوارق ، ويوجد منه سعيات مختلفة.



▲ شكل (٨) مختبر مدرج سعة 100 ml



▲ شكل (٧) مختبر مدرج سعيات مختلفة

تذكر

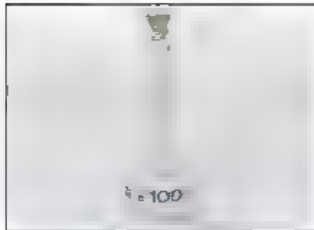
كيف تستخدم المختبر المدرج في تحديد حجم جسم صلب لا يدور ؟



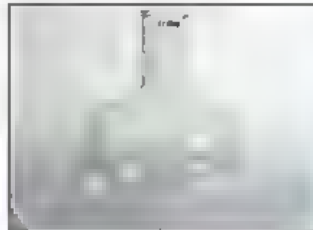
الدوارق Flasks :

أحد أنواع الأدوات الزجاجية في معمل الكيمياء ، ويوجد منها أنواع مختلفة حسب الغرض من استخدامها ومنها :

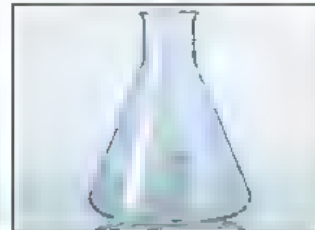
- الدورق المخروطي **Conical Flask** : يصنع من زجاج البيركس وتختلف أنواعه باختلاف سعة الدورق ، ويستخدم في عملية المعايرة.
- الدورق لمستديرة **Round - Bottom Flasks** : غالبًا ما تصنع من مادة زجاج البيركس وتختلف أنواعه باختلاف سعة الدورق ، تستخدم في عمليات التحضير والتقطير.
- دورق عياري **Volumetric Flask** : يصنع من زجاج البيركس ويحتوي في أعلاه على علامة تحدد السعة الحجمية للدورق ، ويستخدم في تحضير المحاليل القياسية (معلومة التكرير) بدقة .



▲ شكل (١١) دورق عياري



▲ شكل (١٠) دورق مستدير

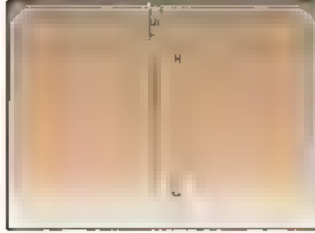


▲ شكل (٩) دورق مخروطي



الماصة Pipette :

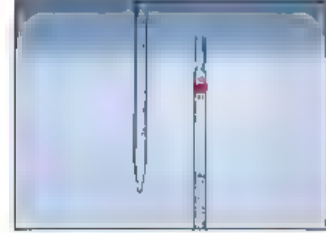
أنبوبة زجاجية طويلة مفتوحة من الطرفين ، وبها علامة عند أصلها لتحديد مقدار سعتها الحجمية ومعلوم عليها نسبة الخطأ في القياس ، وتستخدم لقياس ونقل حجم معين من محلول ، وتملأ بالمحلول بشفطه بأداة شفط وخاصة في حالة المواد شديدة الخطورة والأكثر استخداماً في المعامل هي الماصة ذات الانتفاخين.



▲ شكل (١٤) ماصة ذات انتفاخين



▲ شكل (١٣) ماصة بأداة شفط



▲ شكل (١٢) ماصة مدرجة

أدوات قياس الأس الهيدروجيني (pH) :



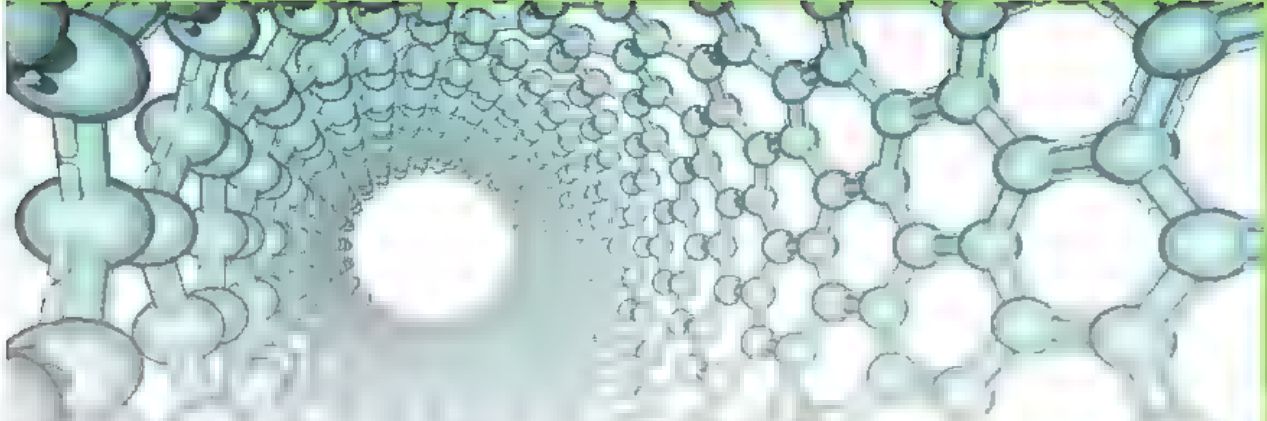
▲ شكل (١٥) أجهزة قياس الأس الهيدروجيني



▲ شكل (١٦) حفية أدوات معمل مصغرة

الأس أو الرقم الهيدروجيني هو القياس الذي يحدد تركيز أيونات الهيدروجين H^+ في المحلول ، لتحديد ما إذا كان حمضاً أو قاعدة أو متعادلاً وهذا القياس على درجة كبيرة من الأهمية في التفاعلات الكيميائية والتفاعلات البيوكيميائية ، ويوجد منه أشكال متعددة منها الشرائط الورقية والأجهزة الرقمية بأشكالها المختلفة. فعند استخدام الشريط الورقي يغمر في المحلول المراد قياس الرقم الهيدروجيني له فيتغير لون الشريط إلى درجة معينة ثم تحدد قيمة pH من خلال تدريج يبدأ من 0 إلى 14 تبعاً لدرجة اللون ، أما الجهاز الرقمي فهو أكثر دقة ، حيث يغمر قطب موصل بالجهاز في المحلول فتظهر قيمة pH مباشرة على الشاشة الرقمية للجهاز فإذا كانت قيمة pH > 7 يكون المحلول حمضياً وإذا كانت قيمة pH < 7 يكون المحلول قاعدياً أما إذا كانت قيمة pH ≈ 7 يكون المحلول متعادلاً .

بالاستعانة بالشبكة الدولية للمعلومات (الإنترنت) اكتب تقريراً عن الأدوات لمعملية المصغرة Microscale



الفصل الثاني: النانوتكنولوجيا والكيمياء

Nanotechnology and Chemistry

ما المقصود بالنانوتكنولوجيا ؟

النانوتكنولوجيا **Nanotechnology** مصطلح من كلمتين ،
الكلمة الأولى نانو **Nano** وهي مأخوذة من كلمة نانوس **Nanos**
اليونانية وتعني القزم **Dwarf** أو شيء لمتناهي في الصغر ، والثانية
تكنولوجيا **Technology** وتعني التطبيق العملي للمعرفة في مجال
معين

النانوتكنولوجيا هي تكنولوجيا المواد المصنعة في نصغر وبحجم بمقدار
المادة على مقياس لنانو لإنشاء بنية جديدة معقدة وفريدة في خواصها

في الختام

في نهاية هذا الفصل يصبح
الطالب قادراً على أن:

→ يتعرف مفهوم النانوتكنولوجيا.

→ يمد بعض تطبيقات كيمياء

النانوتكنولوجيا

تتسبب التأثيرات المفيدة والضارة

لنانونوتكنولوجيا

تكملة التكميل

أيهما أكبر ، لمليون أم المليار ؟

أيهما أكبر ، جزء من المليون أم جزء من المليار ؟

أيهما أكثر ضرراً ، أن يكون تركيز مادة سامة (الرصاص مثلاً) في

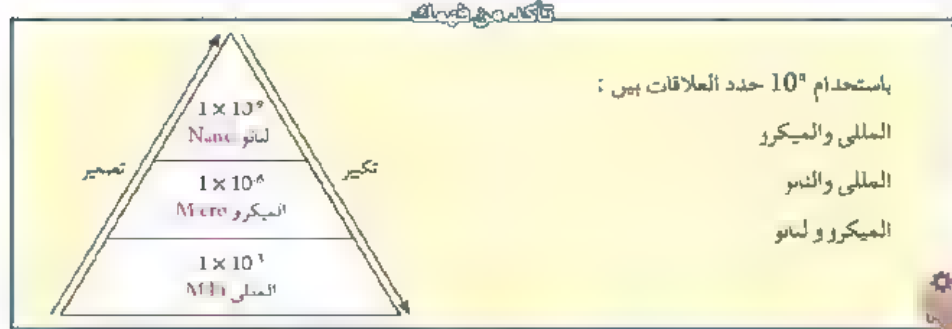
مياه الشرب ، جزء واحد من المليار ، أو جزء واحد من المليون ؟



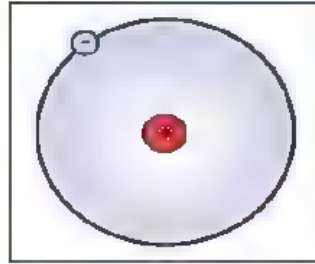


النانو وحدة قياس فريدة

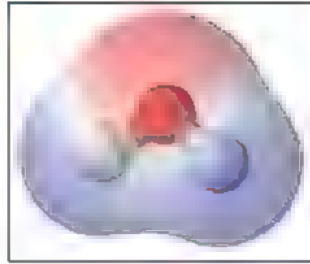
من وجهة النظر الرياضية والفيزيائية النانو باذنة لوحدة قياس ويسوى جزء واحد على مليار (0.000000001) من الوحدة لمقاسة 1 فالنانومتر (nm) يعادل جزء من مليار جزء من المتر أى أنها 10^{-9} متر. وكذلك هناك اثنائونانية والنانوجرام والنانومول والنانوجول وهكذا. ويستخدم اثنانو كوحدة قياس للجزيئات المنتهية الصغر.



ويمكن توضيح مدى صغر وحدة النانو من خلال الأمثلة التالية :



شكل (١٩) قطر الليرة الواحدة
بحسب $0.1 - 0.3 \text{ n}$



شكل (١٨) عرض جزيء الماء
يساوي تقريباً 0.3 nm



▲ شكل (١٧) قطر حبة الرمل يبلغ
حوالي 10^4 nm

الفريد في مقياس النانو **Nanoscale** هو أن خواص المادة في هذا البعد كاللون والشفافية ، والقدرة على التوصيل الحراري والكهربي والصلابة والمرونة ونقطة الانصهار وسرعة التفاعل الكيميائي وغيرها من الخواص ، تتغير تمامًا وتصبح المادة ذات خواص جديدة وفريدة وقد اكتشف العلماء أن هذه الخواص تتغير باختلاف الحجم النانوي من المادة فيما يسمى بالخواص المعتمدة على الحجم.

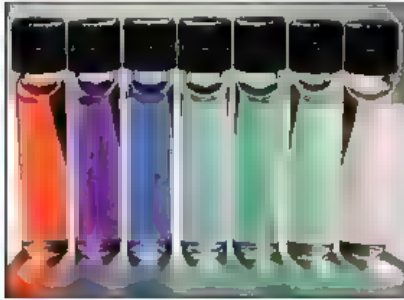
الحجم النانوي الحرج : هو لحجم الذي تظهر فيه الخواص النانوية الفريدة للمادة ويكون أقل من 100 nm

وحتى يمكننا فهم لحواص المعتمدة على الحجم **Size Dependant Characteristics** والذي تتفرد به المواد النانوية ، نعرض الأمثلة التالية :



❖ **نانو الذهب** : نعلم أن الذهب أصفر اللون وله بريق ، ولكن عندما يتقصر حجم الذهب ليصبح بمقياس النانو فإنه يختلف ، وقد اكتشف العلماء أن نانو الذهب يأخذ ألوانا مختلفة حسب الحجم النانوي فقد يكون الذهب أحمر ، برتقالي ، أخضر وقد يصبح أزرق اللون ، وذلك لأن تفاعل الذهب في هذا البعد من المادة مع الضوء يختلف عن الحجم المرئي منها.

❖ **نانو النحاس** : لاحظ العلماء أن صلابة جسيمات النحاس تزداد عندما تقلص من قياس الميكرو **macro** (لوحدات الكبيرة) إلى قياس النانو **nano** وأنها تختلف باختلاف الحجم النانوي من لمادة.



▲ شكل (٢١) ألوان محالته نانو الذهب

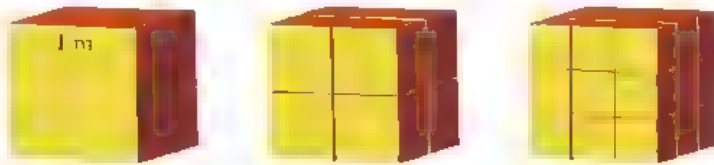


▲ شكل (٢٠) نانو النحاس

وما ينطبق على الأمثلة السابقة ينطبق أيضًا على الحجم النانوي لأي مادة ، مما يجعل المواد النانوية تظهر من الخواص الفريدة الفاتقة مالا تظهره في الحجمين الماكرو **Macro** ، والميكرو **Micro** من العادة، مما يؤدي إلى استخد مها في تطبيقات جديدة غير مألفة . وترجع لخواص الفاتقة للمواد النانوية إلى العلاقة بين مساحة السطح إلى الحجم.

مفاهيم
مستوى التفكير

راجع لرسم التالي واحسب النسبة بين مساحة الأسطح ولحجم في المكعبات الثلاثة ماذا تستنتج ؟ ماذا يحدث لهذه النسبة لو استمر التقسيم لنصل إلى مكعب طول ضلعه بقدر النانومتر ؟



▲ شكل (٢٢) العلاقة بين مساحة السطح و حجم

في الحجم النانوي من المادة تزداد النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم زيادة كبيرة جدًا ويصبح عدد ذرات المادة المعرضة للتفاعل كثيرة جدًا إذا ما فورنت بعدها في الحجم الأكبر من المادة ، هذه النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم تكسب الجسيمات النانوية خواص كيميائية وفيزيائية وميكانيكية جديدة وفريدة.



ويمكنك فهم ذلك ، إذا ما تذكرت أن سرعة ذوبان مكعب من السكر في الماء أقل من سرعة ذوبان نفس المكعب في نفس كمية الماء وفي نفس درجة الحرارة إذا تم تجرته إلى حبيبات من لسكر في نفس كمية الماء ، فالنسبة الكبيرة بين مساحة السطح إلى الحجم في حالة الحبيبات تزيد من سرعة الذوبان.

كيمياء النانو Nanochemistry

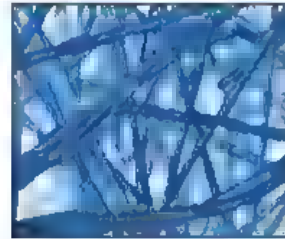
فرع من فروع علوم النانو ، يتعامل مع التصنيفات الكيميائية للمواد النانوية ويتضمن دراسة ووصف وتخليق المواد ذات الأبعاد النانوية . ويتعلق بالخواص الفريدة المرتبطة بتجميع الذرات والجزيئات بأبعاد نانوية ، والمواد النانوية متعددة الأشكال ، قد تكون على شكل حبيبات أو أنابيب أو أعمدة أو شرائح دقيقة أو أشكال أخرى ، ويمكن تصنيف المواد النانوية وفقاً لعدد الأبعاد النانوية للمادة كما يلي :

المواد أحادية البعد النانوي

هي المواد ذات البعد النانوي الواحد ، ومن أمثلتها الأغشية الرقيقة **Thin Films** التي تستخدم في طلاء الأسطح لحمايتها من الصدأ والتآكل ، وفي تعليق المنتجات المعدنية بهدف وقايتها من التلوث والتلف . والأسلاك النانوية **nanowires** التي تستخدم في الدوائر الإلكترونية والألياف النانوية التي تستخدم في عمل مرشحات الماء .



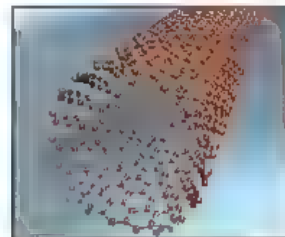
▲ شكل (٢٤) لأغشية الرقيقة



▲ شكل (٢٣) الألياف النانوية

المواد ثنائية الأبعاد النانوية

وهي المواد ثنائية الأبعاد التي تمتلك بعدين نانويين ، ومنها أنابيب الكربون النانوية **Carbon nanotubes** أحادية ومتعددة الجدران .



▲ شكل (٢٥) من أشكال أنابيب الكربون أحادية ومتعددة الجدران

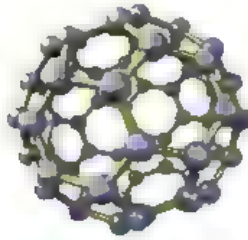


ومن الخواص المميزة لأنابيب الكربون النانوية .

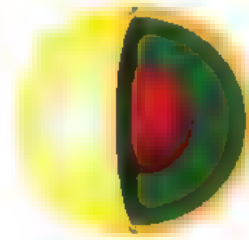
- ❖ موصل جيد للكهرباء والحرارة ، فدرجة توصيلها للكهرباء أعلى من المحاس ، أما توصيلها للحرارة فهو أعلى من درجة توصيل المعاس .
- ❖ أقوى من الصلب بسبب قوى الترابط بين جزيئاتها ، وأخف منه وذلك فإن سلك أنابيب النانو ، والذي يساوى حجم شعرة الإنسان يمكنه بسهولة أن يحمل قاطرة . هذه القوة ألهمت العلماء للتفكير فى عمل أجيال ذات متانة يمكن استخدامها فى المستقبل فى عمل مصاعد الفضاء .
- ❖ ترتبط بسهولة بالبروتين وبسبب هذه الخاصية ، يمكن استخدامها كأجهزة استشعار بيولوجية لأنها حساسة لجزيئات معينة .

المواد ثلاثية الأبعاد النانوية

وهى المواد التى تمتلك ثلاثة أبعاد نانوية ، مثل صدفة النانو وكرات البوكى **Bucky Balls** . تتكون كرة البوكى من 60 ذرة من ذرات الكربون ويرمز لها بالرمز C60 ، وبها مجموعة من الخصائص المميزة التى تعتمد على تركيبها . لاحظ أن النموذج الجزيئى لكرات البوكى يبدو ككرة قدم مجوفة ، وبسبب شكل الكرة المجوف يختبر العلماء الآن فاعلية استخدام كرة البوكى كحامل للأدوية فى الجسم . فلتكوين المجوف يمكنه أن يتناسب مع جزيء من دواء معين داخله . بينما الجزء الخارجى لكرات البوكى مقاوم للتفاعل مع جزيئات أخرى داخل الجسم .



▲ شكل (٢٧) كرة البوكى



▲ شكل (٢٦) صدف النانو

تطبيقات الكربون



▲ شكل (٢٨) السيف دمشقى

اكتشف العلماء أن السيوف الدمشقية التى استخدمها العرب والمسلمون قديماً والمعروفة بالقوة والصلاة يدخل فى تركيبها جسيمات الفضة النانوية.





تطبيقات نانوتكنولوجية

في مجال الطب

- ❖ التشخيص المبكر للأمراض وتصوير الأعضاء والأنسجة.
- ❖ توصيل الدواء بدقة إلى الأنسجة والخلايا المصابة مما يزيد من فرص الشفاء ويقلل من الأضرار الجانبية للعلاج التقليدي الذي لا يفرق بين الخلايا المصابة والخلايا السليمة.
- ❖ إنتاج أجهزة متناهية الصغر للغسيل الكلوي يتم زراعتها في جسم المريض.
- ❖ إنتاج روبوتات نانوية يتم إرسالها إلى نيار الدم حيث تقوم بإزالة الجلطات لدموية من جدار الشرايين دون تدخل جراحى.

معلومات إضافية

الدكتور مصطفى السيد أول عالم مصرى يحصل على قلادة العلوم الوطنية الأمريكية لإنجازاته فى مجال النانوتكنولوجى وتطبيقه لهذه التكنولوجيا باستخدام مركبات الذهب النانوية فى علاج مرض السرطان.



في مجال الزراعة

- ❖ التعرف على البكتريا فى لمواد الغذائية وحفظ الغذاء.
- ❖ تطوير مغذيات ومبيدات حشرية وأدوية للنبات والحيوان بمواصفات خاصة.

في مجال الطاقة

- ❖ إنتاج خلايا شمسية باستخدام نانو السيليكون تتميز بقدرة تحويلية عالية للطاقة فضلاً عن عدم تسرب الطاقة الحرارية.
- ❖ إنتاج خلايا وقود هيدروجينى قليلة التكلفة وعالية الكفاءة.

في مجال الصناعة

- ❖ إنتاج جزيئات نانوية غير مرئية تكسب الزجاج والخرف حاصبة التنظيف التلقائى.
- ❖ تصنيع مواد نانوية من أجل تنقية الأشعة فوق البنفسجية بهدف تحسين نوعية مستحضرات التجميل وكريمات المضادة لأشعة الشمس.
- ❖ تكنولوجيا التغليف بالنانو على شكل طلاءات وبخاخات تعمل على تكوين طبقات تعلىف تحمى شاشات الأجهزة الإلكترونية من الحدش.
- ❖ تصنيع أنسجة طاردة للبقع وتتميز بالتنظيف الذاتى (التلقائى).



في مجال وسائل الاتصالات

- أجهزة النانو اللاسلكية والهواتف المحمولة والأقمار الصناعية.
- تقليص حجم الترانزستور.
- تصنيع شرائح إلكترونية تتميز بقدرة عالية على التخزين.

في مجال البيئة

- مثل الموشحات النانوية التي تعمل على تنقية الهواء والماء ، وتحلية الماء وحل مشكلة النفايات النووية ، إزالة العناصر الخطيرة من النفايات الصناعية.

التأثيرات الضارة المحتملة للنانوتكنولوجي

- على الرغم من أن تكنولوجيا النانو لها العديد من لتطبيقات إلا أن البعض يرى أنه من الممكن حدوث تأثيرات ضارة لها ، ومن محاولتهم :
- **التأثيرات الصحية :** تتمش في أن جزيئات النانو صغيرة جداً يمكن أن تتسلل من خلال أغشية خلايا الجلد والرئة لتستقر داخل الجسم أو داخل أجسام الحيوانات وخلايا النباتات ما قد يتسبب عنه مشكلات صحية .
- **التأثيرات البيئية :** منها التلوث النانوي **Nanopollution** ويقصد به التلوث بالنفايات الناجمة عن عملية تصنيع المواد لنانوية ، والتي يمكن أن تكون على درجة عالية من الخطورة، ذلك بسبب حجمها. حيث تستطيع أن تعلق في الهواء وقد تخترق بسهولة الخلايا الحيوانية والنباتية فضلاً عن تأثيرها على كل من المناخ والماء والهواء والتربة.
- **التأثيرات الاجتماعية :** يرى المعنيون بالآثار الاجتماعية لنانوتكنولوجي أنها ستسفر عن تفاقم المشكلات الناجمة عن عدم المساواة الاجتماعية والاقتصادية القائمة بالفعل ومسا التوزيع غير المنصف لتكنولوجيا و الثروات.

المصطلحات الأساسية في الباب الأول

- ❖ **علم الكيمياء** : العلم الذي يهتم بدراسة تركيب المادة وخصائصها والتغيرات التي تطرأ عليها ، وتفاعل المواد المختلفة مع بعضها البعض.
- ❖ **القياس** : هو مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأوى على الثانية.
- ❖ **وحدة القياس** : مقدار محدد من كمية معينة ، معرفة ومعتمدة بموجب القانون ، تستخدم كمعيار لقياس مقدار فعلى لهذه الكمية .
- ❖ **نانوتكنولوجيا** : تكنولوجيا المواد المتناهية فى الصغر ، ويختص بمعالجة المادة على مقياس النانو لإنتاج نواتج جديدة مفيدة .
- ❖ **كيمياء النانو** . فرع من فروع علوم النانو ، يتعامل مع التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية .

مخطط تفصيلي للباب الأول





أنشطة وأسئلة الباب الأول

الفصل الأول : علم الكيمياء والقياس

نشاط تطبيقي : العلاقة بين الكيمياء والبيولوجي
(أضرار تناول الشاي بعد الوجبات الغذائية)

خطوات إجراء النشاط :

قم مع زملائك في مجموعتك باتباع خطوات الطريقة العلمية
لإجابة عن المشكلة التي يطرحها هذا النشاط
• أذب 3 g من كبريتات الحديد III في 50 mL من الماء المقطر،
خذ الرائق من المحلول في أنبوبة اختبار وسجل لونه.

اللون :

• صب في أنبوبة اختبار كمية قليلة من الشاي ، ثم صب عليها كمية
من محلول كبريتات الحديد III ، سجل ملاحظاتك.

الملاحظة

• أذب فيتامين C أو قطرات من عصير الليمون في ماء مقطر.
• أضف قطرات من محلول عصير الليمون أو فيتامين C إلى الرااسب
المتكون ، ثم سجل ملاحظاتك هل يعود لون لراسب إلى لون
محلول كبريتات الحديد III ؟
الملاحظة .

الاستنتاج والتفسير :

• ماذا تستنتج من التجربة ؟

• وضح كيف تستفيد من نتائج هذه التجربة في مواقف حياتية ؟

• من التجربة السابقة وضح كيف تسهم الكيمياء في علم البيولوجي ؟



الأهداف التعليمية



المحتوى التعليمي

✓ يستنتج العلاقة بين الكيمياء والعلوم

أخرى

✓ يفسر خطورة تناول الشاي صلبة
بعد الوجبات

المهارات النوعية المتوقعة

✓ فرض الفروض - المبرهن - الاستنتاج

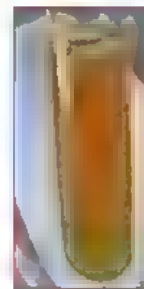
المصادر التعليمية

✓ كوب شاي - عصير ليمون أو فيتامين

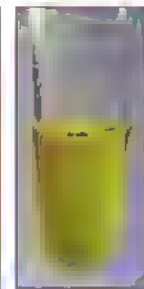
C - ملح كبريتات حديد III أناسب

حماض - حمض أناسب - عدد 2 قارورة

رجاجية 100 mL



مراسب



محمول





نشاط تطبيقي : استخدام أدوات القياس (تعيين كثافة الماء)



خطوات إجراء النشاط :

أولاً : تعيين كثافة الماء المقطر باستخدام مخبر مدرج

- ✳ باستخدام الميزان ذو الكفة القوقية حدد كتلة المخبر .
- ✳ باستخدام ماصة ، إملأ المخبر المدرج حتى علامة 10 mL بالماء المقطر الموحود في الدورق
- ✳ عين كتلة المخبر المدرج وبه الماء باستخدام الميزان.
- ✳ باستخدام البيانات التي لديك عين كثافة الماء .

الخطوة الأولى : التحضير



الخطوة الثانية : التجربة

✓ استخدام أدوات القياس بدقة

الخطوة الثالثة : الملاحظة والتسجيل

✓ استخدام الأدوات - الملاحظة

الخطوة الرابعة : النتائج والتقييم

تسجيل البيانات :

كتلة المخبر فارغ	كتلة المخبر وبه الماء	كتلة الماء	حجم الماء	كثافة الماء

✓ كأس زجاجية سعة 100 mL ماء

مقتر - ماصة - مخبر مدرج - ميزان

رقمي - سحاحة - زجاجة بلاستيكية

ثانياً : تعيين كثافة المياه باستخدام سحاحة

- ✳ باستخدام الميزان ذو الكفة القوقية ، حدد كتلة زجاجة بلاستيكية صغيرة فارغة .
- ✳ إملأ سحاحة 50 mL بماء مقطر في درجة حرارة لغرفة من ماء الدورق .
- ✳ سجل قراءة السحاحة في البداية .
- ✳ من السحاحة ، أضف 5 mL من الماء المقطر إلى لزجاجة البلاستيكية





- سجل القراءة النهائية للمسحاحة وحدد حجم الماء داخل الرجاجة البلاستيكية.
- عين كتلة الرجاجة وبها الماء باستخدام الميزان ذو الكفة الفوقية.
- باستخدام البيانات التي لديك حدد كثافة الماء.

تسجيل البيانات .

كتلة الرجاجة البلاستيكية فارغة (g)	كتلة الرجاجة وبها لماء (g)	حجم الماء (mL)	كثافة الماء (g/mL)

التحليل :

- قارن بين كثافة الماء في كل من التجريبتين السابقتين.
- حدد مصادر الخطأ المحتملة في القياسات السابقة؟
- أي النتائج أكثر دقة؟ ولماذا؟





أسئلة تقييمية

أولاً . اختر الإجابة الصحيحة

- ١) أحد أنواع الأجهزة التي تستخدم بقياس كتل المواد
 - أ. السحاحة
 - ب. الماصة
 - ج. الميزان الحساس
 - د. الدوارق المستديرة
- ٢) أحد أنواع الأدوات الزجاجية تستخدم في عمليات التحضير والتقطير
 - أ. السحاحة
 - ب. الماصة
 - ج. الميزان الحساس
 - د. الدوارق المستديرة
- ٣) قيمة pH لسحلول الحمضي تكون
 - أ. $7 <$
 - ب. $7 >$
 - ج. $7 =$
 - د. $14 -$
- ٤) أحد أنواع الأدوات الزجاجية التي تستخدم في عملية المعايرة
 - أ. الدوارق المستديرة
 - ب. الدوارق المخروطية
 - ج. الدوارق العيارية
 - د. الماصة

ثانياً : حلل :

- ١) القياس له أهمية كبرى في الكيمياء.
- ٢) يعتبر علم الكيمياء مركزاً لمعظم العلوم الأخرى كعلم البيولوجي والفيزياء والزراعة.
- ٣) قياس الأس الهيدروجيني على درجة كبيرة من الأهمية في التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية.





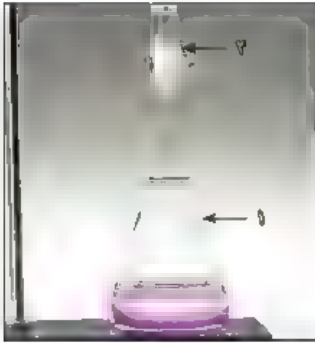
ثالثاً: كتب المصطلح العلمي :

- ١) بناء منظم من المعرفة ينصمن الحقائق والمفاهيم والمبادئ والفواتين والنظريات العلمية، وطريقة منظمة في البحث والتقصي.
- ٢) العلم الذي يهتم بدراسة تركيب المادة وخصائصها والتغيرات التي تطرأ عليها، وتفاعل المواد لمختلفة مع بعضها البعض والظروف الملائمة لذلك.
- ٣) مقارنة كمية محمولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية.
- ٤) أنبوية زجاجية طويلة مفتوحة الطرفين وتدرجها يبدأ من أعلى إلى أسفل. ..
- ٥) جهاز يستخدم لقياس كتل المواد.

رابعاً : أسئلة متنوعة :

- ١) لاحظ الشكل الذي أمامك ثم أجب :

أ. اكتب أسماء الأدوات (١) و (٢).



ب. اذكر وظيفة واحدة لكل منهما

- ٢) حدد الأدوات المناسبة للاستخدامات التالية :

الأداة	الاستخدام
أ	تعيين أحجام السوائل والأجسام الصلبة غير المنتظمة
ب.	نقل حجم محدد من مادة
ج.	إضافة أحجام دقيقة من السوائل أثناء المعايرة
د	تحويل محاليل معلومة التركيز بدقة





الفصل الثاني : النانوتكنولوجي والكيمياء

نشاط تطبيقي : تعرف مقياس النانو



يوضح الجدول التالي البادئات المختلفة التي نستخدم للتعبير عن الطول ، تعرف على هذه الوحدات، ثم استخدم الجدول لإيجاد العلاقات النسبية بين الأطوال التالية:

الرمز العلمي	القياس	البادئة
$1 \times 10^3 \text{ m}$	1000 m	Kilo كيلو
$1 \times 10^0 \text{ m}$	1 m	Meter - متر
$1 \times 10^{-1} \text{ m}$	0.1 m	Deci ديسي
$1 \times 10^{-2} \text{ m}$	0.01 m	Centi سنتي
$1 \times 10^{-3} \text{ m}$	0.001 m	Milli ميلي
$1 \times 10^{-6} \text{ m}$	0.000001 m	Micro ميكرو
$1 \times 10^{-9} \text{ m}$	0.000000001 m	Nano نانو

وحدة القياس الأولى	وحدة القياس الثانية	العلاقة
الكيلومتر	المتر	10^3 m
لمتر	لميكرومتر	:
لميكرو	اسانو	بـ
لمتر	اسانو	جـ

اشترك مع زملائك في حل المشكلة التالية:

عند اصفاقة مادة ملونه إلى ماء ، في أي تركيز يظهر المحلول بدون لون؟

الهدف من النشاط



الهدف من النشاط

- ☒ استنتاج العلاقة بين زوايا المثلث
- ☒ التعرف على مقياس النانو
- ☒ استخدام التعبير الآسي (10^0) للتعبير عن المايو.

الهدف من النشاط

- ☒ القياس - الملاحظة - الاستنتاج

الهدف من النشاط

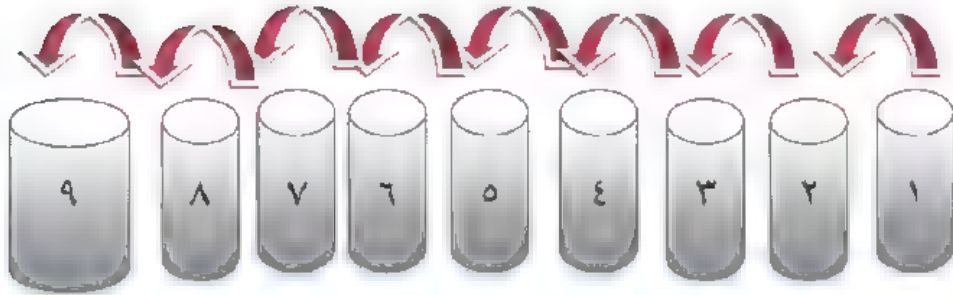
- ☒ ورقة بيضاء - قصاصة 1 m^2 - موز
- عدي 200 ml من الماء - كوب
- دواء - 10 كوار - صغيرة أو كرونة
- شفاطة - ماصة (10 ml) - صبغة





خطوات إجراء النشاط :

- ❖ رقم الأكواب بالأرقام من ١ - ٩ ، ضع ورقة بيضاء تحت الأكواب.
- ❖ باستخدام الماصة ضبع 1 mL من الصبغة الغذائية ، 9 mL من الماء في الكأس رقم ١ ، حرك الكأس برفق لمزج المحلول.
- ❖ في الكأس رقم 2 استخدم الماصة في نقل 1 mL من محلول الكأس رقم ١ ثم اضعف إليه 9 mL من الماء.
- ❖ واصل عملية التخفيف كما فعلت أعلاه حتى تصل إلى الكأس رقم ٩.
- ❖ في جدول النتائج ، صف لون المحلول والتركيز في كل حالة.



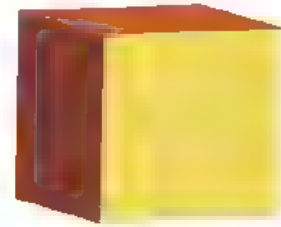
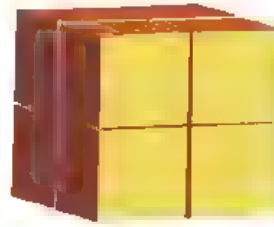
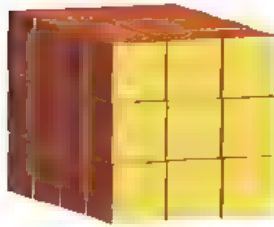
رقم الكوب	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
التركيز									
لون المحلول									





أسئلة تفهيمية

١) لديك مكعب طول ضلعه 1 cm ، تم تقسيمه إلى مربعات أصغر مرات متتالية ، استخدم الجدول التالي في التعبير عن العلاقة بين حجم المكعب ومساحة السطح في كل حالة.



طول ضلع لمكعب cm	عدد لمكعبات	مجموع مساحات الأوجه الستة للمكعب cm ²	مساحة السطح الكلية cm ²	الحجم cm ³	النسبة بين لمساحة والحجم
1	1				
1/2	8				
1/3					

أ. إذا استمر تقسيم المكعب لنصل إلى الحجم النانوي للمادة ، فأى العبارات التالية صواب ؟

أولاً : تزداد النسبة بين مساحة السطح والحجم ، وتزداد سرعة التفاعل الكيميائي.

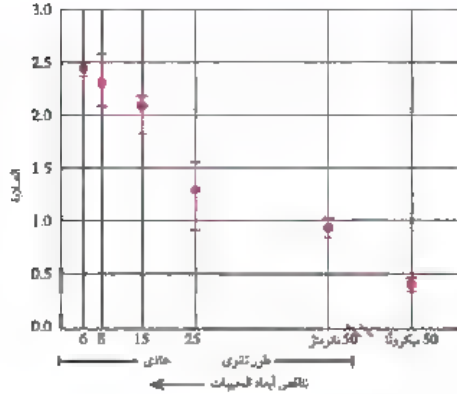
ثانيًا : تقل النسبة بين مساحة السطح والحجم ، وتقل سرعة التفاعل الكيميائي.

ب. قسّر إجابتك على ضوء عدد الذرات المعرضة للتفاعل.





٢) يعبر الشكل لتالى عن العلاقة بين حجم حبيبات النحاس، وصلابتها، لاحظ الشكل جيداً ثم أجب على الأسئلة التالية :



أ. ما الحجم الذى تكون فيه صلابة حبيبات النحاس أقل قيمة ؟

ب. كيف تتغير صلابة الحبيبات بتقلصها إلى الحجم النوى ؟

ج. ما الحجم الذى تكون فيه صلابة حبيبات النحاس أعلى قيمة ؟

د. كيف تتغير صلابة الحبيبات بتغير الحجم الثانوى ؟

٣) بوضح الشكل الذى أمامك قطرة حبر على أحد الأنسجة :

أ. فسر الظاهرة.



ب. ما علاقتها بالنانوتكنولوجى ؟

ج. أى الظواهر الحياتية ترتبط بهذه الظاهرة ؟

د. كيف أمكن الاستفادة من هذه الظاهرة فى تطبيقات حياتية ؟





اسئلة مراجعة الباب الأول

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

- ١) يختص بدراسة التركيب الكيميائي لأجزاء الخلية .
 أ. الكيمياء الفيزيائية
 ب. الكيمياء الحيوية
 ج. الكيمياء العضوية
 د. الكيمياء الكهربائية
- ٢) من المواد أحادية البعد النانوى .
 أ. ألياف النانو
 ب. أنابيب النانو
 ج. صدف النانو
 د. كرات النوى
- ٣) أى مما يلى يعبر عن النانومتر ؟ .
 أ. 1×10^9 متر
 ب. 1×10 متر
 ج. 1×10^{-3} متر
 د. 1×10^{-9} متر
- ٤) يعتبر القياس النانوى مهما فى حياتنا لأنه
 أ. يحتاج لأدوات خاصة لرؤيته والتعامل معه
 ب. يظهر خواص جديدة لم تظهر من قبل
 ج. يحتاج لطرق خاصة لتصنيعه
 د. جميع ما سبق
- ٥) يمكن قياس الحجم لدقيقة للسوائل بواسطة
 أ. الكأس المدرج
 ب. المخبر المدرج
 ج. الدورق القيسى
 د. أنبوبة الاختبار





٦) أى المقادير التالية أكبر ...

أ. 10^{-6} ب. 10^{-9}

ج. 10^{-3} د. 10^{-2}

٧) عند تقسيم مكعب إلى مكعبات أصغر منه

أ. تقل مساحة السطح ويقل الحجم.

ب. تزيد مساحة السطح ويقل الحجم.

ج. تقل مساحة السطح ويظل الحجم ثابت.

د. تزيد مساحة السطح ويظل الحجم ثابت.

٨) سلوك الجسيمات النانوية يرتبط بحجمها المتناهي فى الصغر وذلك لأن

أ. النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم كبيرة جدًا بالمقارنة بالحجم الأكبر من المادة.

ب. عدد الذرات على سطح الجسيمات كبير بالمقارنة بعددها بالحجم الأكبر من المادة.

ج. عدد الذرات على سطح الجسيمات صغير بالمقارنة بعددها بالحجم الأكبر من المادة.

د. أ، ب إجابات صحيحة.

ثانياً. اكتب المصطلح العلمى :

١) يختص بمعالجة المادة على مقياس النانو لإنتاج منتجات جديدة مفيدة.

٢) فرع من فروع علوم النانو، يتعامل مع التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية.

٣) يستخدم لتعيين أحجام السوائل والأجسام الصلبة غير المنتظمة.

٤) تغير خواص الجسيمات النانوية باختلاف حجمها فى مدى مقياس النانو..

٥) يتضمن دراسة ووصف وتخليق المواد ذات الأبعاد النانوية.

٦) يساوى واحد على مليار من المتر.





ثالثًا : اختر من العمود (أ) ما يناسبه من العمود (ب) ثم اختر ما يناسبهما من العمود (ج) :

عمود (أ)	عمود (ب)	عمود (ج)
مواد أحادية العدد الذري	صفقات النانو	مصعد انصماء
مواد ثنائية الأبعاد الذرية	أسلاك النانو	علاج سرطان
مواد ثلاثية الأبعاد الذرية	أنابيب الكربون النانوية	الدوائر الإلكترونية

رابعًا . قارر بين كل من .

① الخلايا الشمسية العادية والخللايا الشمسية النانوية.

② صلابة النحاس، جسيمات النحاس النانوية.

خامسًا : اكتب بعبارة مختصرة عن :

① التأثيرات الصحية الايجابية والسلبية لتكنولوجيا النانو .

② أهمية العلاقة بين مساحة السطح والحجم في المواد النانوية.

سادسًا : اكتب المقصود بكل من :

① انقياس .

② وحدة القياس .

③ النانوتكنولوجي .



الأهداف الخاصة بالباب الثاني :

في نهاية هذا الباب يصبح الطالب قادرًا على أن :

- ✦ يعبر عن تفاعل كيميائي باستخدام معادلة رمزية موزونة.
- ✦ يحسب كتلة المول لمركب كيميائي بمعلومية الكتل الذرية
- ✦ يذكر العلاقة بين المول وعدد أفو جاڤرو.
- ✦ يتعرف حجم مول الغاز عند (م ض د)
- ✦ يحسب عدد مولات الغاز بمعلومية حجمه وحجم المول الواحد.
- ✦ يحسب النسبة لمئوية لمكونات مادة بالاستعانة بصيغتها الكيميائية أو دلتا نتاج التجريبية.
- ✦ يستنبط الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية للمركب بالاستعانة بالتأنيخ التجريبية.
- ✦ يحسب كميات المواد المتفاعلة والنتيجة من لمعادلة المتزنة
- ✦ يحسب النسبة لمئوية لمنتج لفعلي بالنسبة للنتائج النظرية المحسوب من المعادلة الكيميائية لمزونه

الباب الثاني

فصول الباب الثاني :



① المول والمعادلة الكيميائية



② حساب الصيغة الكيميائية

الأنشطة الخاصة بالباب الثاني : ترشيح الاستهلاك

عدة ما يحتاج الكيميائيون أو دأوسوا الكيمياء للإجابة على تساؤل مهم وهو
كم يكون ... ؟

فإذا كان المطلوب تحصيل أحد الحقائق الطبية بطريقة كيميائية فلا بد من
تحديد كميات ومعادير المواد الداخلة في تركيب هذا العمار بدقة
حتى يأتي بالنتائج المتوقعة له

فالكيمياء علم كمي نستخدمه لتحليل عيات معينة لتحديد
نسب مكوناتها ، كذلك فإن تحديد كميات المواد
الداخلة والنتيجة من اتفاعل الكيميائي يكون مرتبطاً
بالمعادلة الكيميائية المعبرة عن هذا التفاعل

وهناك أكثر من وسيلة للقياس يمكن التعامل
به مع المواد المختلفة مثل الكتلة أو العدد
أو الحجم ، ويتوقف ذلك على طبيعة
المواد التي نتعامل معها وفي هذا
الجزء سوف نتناول الطرق الحسية
المستخدمة لتحديد الكميات في
لتفاعلات الكيميائية.

الكيمياء الكمية

Quantitative Chemistry

الرموز والمعادلات الأساسية

Balanced Equation	المعادلة الموزونة
Mass	كتلة
Mole	المول
Molecular Formula	الصيغة الجزيئية
Chemical Formula	الصيغة الكيميائية
Empirical Formula	الصيغة الأولية
Atomic Mass	الكتلة الذرية
Avogadro's Number	عدد أفوجادرو
Reactants	المفاعلات
Products	نواتج
Practical Yield	الناتج العملي
Theoretical Yield	الناتج النظري (المحسوب)

الفصل الأول: المول والمعادلة الكيميائية

Mole and Chemical Equation

المعادلة الكيميائية Chemical Equation

تبين الروابط التالية بينك المعرفة المصرية مفهومى التفاعل الكيميائى وللمعادلة الكيميائية.



والجدول رقم (١) يوضح الرموز المستخدمة للتعبير عن الحالات الفيزيائية، وتكتب يمين الرمز الكيميائى للمادة.

s	Solid	صلب
l	Liquid	سائل
g	Gas	غاز
aq	Aqueous Solution	محلول مائى

▲ جدول (١) رموز الحالة الفيزيائية للمادة

في الواقع التعليم

فى نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

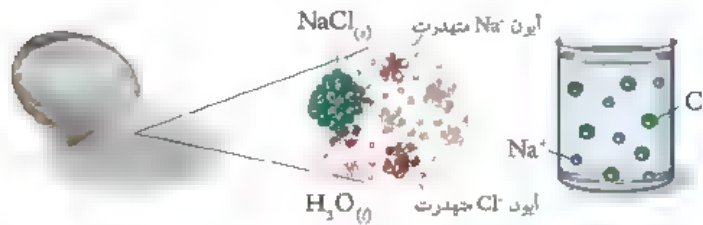
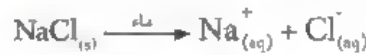
- يكتب معسر ٣ تفاعل كيمى باستخدام معادلة ومرة موزونة
- يحسب كتلة الموز المركز كيمائى بمخبرية بشكل يدوية
- يكتب معادلة تفاعل بين الموز وعدد أفه حادرو
- يعرف حجم موز يعرف عدد موز م
- يحسب عدد مولات موز بمخبرية
- يحسب وحجم موز الواحد
- يحسب كميات الموز متفاعله واستحمة موز المتفاعلة لمخبرية باستخدام وحدت الموز والكتلة
- يعرف جزيو بعناء
- يقدر عظمة الخالق وإبداعه فى الكون.



المعادلة الأيونية

بعض العمليات الفيزيائية مثل تفكك بعض المركبات الأيونية عند ذوبانها في الماء أو انصهارها، وكذلك بعض التفاعلات الكيميائية تتم بين الأيونات مثل تفاعلات التعادل بين الحمض والقاعدة أو تفاعلات الترسيب يتم التعبير عنها في صورة معادلات أيونية.

✓ فعند إذابة ملح كلوريد الصوديوم في الماء يعبر عنه بالمعادلة الأيونية التالية :



▲ نكل (٣) عند إذابة ملح كلوريد الصوديوم في الماء فإنه يتفكك إلى أيونات Na^+ ، Cl^-

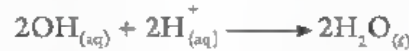
✓ عند تعادل حمض الكبريتيك مع هيدروكسيد الصوديوم لتكوين ملح كبريتات صوديوم وماء ، فإننا نعبر عن هذا التعادل بالمعادلة الرمزية التالية :



وحيث أن هذه المواد في محاليلها المائية تكون موجودة في صورة أيونات ما عدا الماء هو المادة الوحيدة الموجودة في صورة جزيئات ، فإنه يمكن التعبير عن هذا التفاعل في صورة معادلة أيونية كما يلي :



وبالنظر إلى المعادلة السابقة نجد أن أيونات Na^+ وأيونات SO_4^{2-} ظلت في التفاعل كما هي دون اتحاد ، أي أنها لم تشارك في التفاعل ، وبإهمالها من طرفي المعادلة نحصل على المعادلة الأيونية المعبرة عن التفاعل ، و لتى تبين الأيونات المتفاعلة فقط.



وعند إضافة قطرات من محلول ملح كرومات البوتاسيوم إلى محلول نترات الفضة يتكون كرومات الفضة الذي لا يذوب في الماء فينفصل في صورة صلبة عبارة عن راسب أحمر.



عبر عن التفاعل السابق بمعادلة أيونية موزونة.

المختبر
ملاحظة



في البداية

في المعادلة الأيونية الموزونة يجب أن يكون مجموع الشحنات الموجبة مساوياً لمجموع الشحنات السالبة في كل من طرفي المعادلة بالإضافة إلى تساوي عدد ذرات العنصر الداخلة و الناتجة من التفاعل.

الكمية المولية

الجزء : هو أصغر جزء من المادة يمكن أن يوجد على حالة انفراد وتتضح فيه خواص المادة.
الذرة : هي أصغر وحدة مائية للمادة تشترك في التفاعلات الكيميائية.
الجزء أو الذرة كلها جسيمات متناهية في الصغر تقدر أبعادها بوحدة نانومتر ويصعب التعامل معها عملياً.

The Mole المول

اتفق العلماء على استخدام اصطلاح المول في النظام الدولي للقياس (SI) لتعبير عن كميات المواد المستخدمة و الناتجة من التفاعل الكيميائي.

و الرابط التالي يبينك المعرفة المصغرى يوضح كيفية حساب الكتلة الجزيئية وعلاقتها بالمول.



من خلال الرابط كم تكون كتلة المول من غاز CO_2 ؟

- في حالة المركبات الأيونية والتي يمكن التعبير عن وحدتها البنائية بوحدة الصيغة بدلاً من الجزيء ، فإن كتلة وحدة الصيغة يمكن حسابها بنفس طريقة حساب الكتلة الجزيئية.

في البداية

وحدة الصيغة

الشبكة البلورية

المركبات الأيونية تكون في شكل بناء هندسي منتظم يعرف بالشبكة البلورية ، حيث يحاط الأيون بأيونات معاكسة له في الشحنة من جميع الاتجاهات ، ويمكن التعبير عنها بوحدة الصيغة التي توضح النسبة بين الأيونات المكونة لها. والصورة التي أمامك توضح نموذجاً تبسيطياً للشبكة البلورية لملاح كلوريد الصوديوم الأيوني.

فعلى سبيل المثال فإن كتلة وحدة الصيغة من كلوريد الكالسيوم الأيوني CaCl_2 تحسب كالاتي :

$$\text{كتلة } \text{CaCl}_2 = (2 \times \text{كتلة أيون الكلوريد}) + (1 \times \text{كتلة أيون الكالسيوم})$$

إذا علمت أن الكتلة الذرية للكلور = 35.5 amu و الكتلة الذرية للكالسيوم = 40 amu



شكل (٤) وحدة الصيغة
من كلوريد الكالسيوم

$$111 \text{ amu} = 40 + 71 = (40 \times 1) + (35.5 \times 2) = \text{CaCl}_2$$

وبذلك يكون مول من وحدات الصيغة $\text{CaCl}_2 = 111 \text{ g}$

مفاهيم أساسية

أول من أطلق اسم (مول) هو العالم فلهلم أوستفالد في عام ١٨٩٤ م من الكلمة لألمانية Mol وهو تكبير

لكلمة Molecule أي جزيء.



إذا استخدمت كتلة من غاز ثاني أكسيد الكربون مقدارها 44 g فهذا يعني أنك تستخدم مولاً واحداً منه. وإذا استخدمت كتلة منه مقدارها 22 g فإنك تستخدم نصف مول منه.

كتلة المادة بالجرام = عدد مولاتها \times الكتلة المولية لها

كتلة بالجرام (g)	
كتلة المول (g mol ⁻¹)	عدد المولات (mol)

تختلف كتلة المول من مادة لأخرى ، ويرجع ذلك إلى اختلاف المواد عن بعضها في تركيبها الجزيئي وبالتالي اختلاف كتلتها الجزيئية ، حيث أن مول من انحاس $63.5 \text{ g} = (\text{Cu})$ بينما مول من كبريتات النحاس المائنة $249.5 \text{ g} = (\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$

يختلف مول جزيء العنصر عن مول ذرة العنصر في الجزيئات ثنائية الذرة مثل الأكسجين O_2 والنتروجين N_2 ولهيدروجين H_2 وغيرها.

فإذا كان الأكسجين في صورة جزيئات فإن كتلة المول من جزيئات الأكسجين $32 \text{ g} = 16 \times 2 = \text{O}_2$ وإذا كان الأكسجين في صورة ذرات تكون كتلة المول من ذرات الأكسجين $16 \text{ g} = 16 \times 1 = \text{O}$



هيدروجين
(H_2)

نتروجين
(N_2)

أكسجين
(O_2)

كلور
(Cl_2)

يود
(I_2)

شكل (٥)

هناك عناصر يختلف تركيبها الجزيئي تبعاً لحالتها الفيزيائية مثل الفوسفور في الحالة البخارية يتكون الجزيء من أربعة ذرات (P_4) ، وكذلك الكبريت في الحالة البخارية يوجد في صورة جزيء ثماني الذرات (S_8) ، بينما في الحالة الصلبة فإن جزيء كل منهما عبارة عن ذرة واحدة ، وبالتالي يختلف المول في الحالة البخارية عن المول في الحالة الصلبة.



فوسفور
(P₄)



كبريت
(S₈)

▲ شكل (٦) اختلاف التركيب الجزيئي بين الحالة الجزيئية

الملاحظة

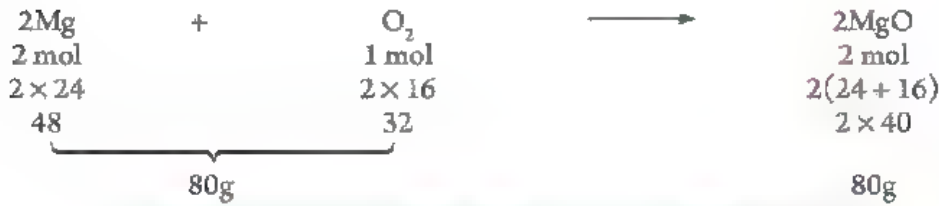


احسب الكتلة المولية لكل مما يأتي H₂O ، H₂SO₄ ، NaCl ، P₄ علماً بأن الكتل الذرية هي [H - 1 ، O - 16 ، S - 32 ، Na - 23 ، Cl - 35.5 ، P - 31]

ويمكن حساب الكميات الداخلة والناجمة من تفاعل الماغنسيوم والأكسجين كما يلي :



2 مول من الماغنسيوم تحتاج إلى 1 مول من الأكسجين لينتج 2 مول من أكسيد الماغنسيوم أي أن 48 g من الماغنسيوم تحتاج إلى 32 g من الأكسجين لينتج 80 g من أكسيد الماغنسيوم علمت بأن الكتلة الذرية Atomic Mass لكل من الماغنسيوم والأكسجين هي 24 amu ، 16 amu على الترتيب.



▲ شكل (٧) العلاقة بين كميات المواد الداخلة والناجمة في تفاعل الماغنسيوم والأكسجين

المادة المحددة للتفاعل :

إن كل تفاعل كيميائي يحتاج كميات محسوبة بدقة من المتفاعلات للحصول على كميات المطلوبة من لنواتج. وإذا زادت كمية أحد المتفاعلات عن المطلوب فإن هذه الكمية الزائدة تظل كما هي دون أن تشارك في التفاعل. وتسمى المادة لمتفاعلة التي تستهلك تماماً أثناء التفاعل الكيميائي بالمادة المحددة للتفاعل وهي التي ينتج عن تفاعلها مع باقي المتفاعلات العدد الأقل من مولات لمواد الناتجة.



مثال:

يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين تبعاً للمعادلة: $2\text{Mg}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow 2\text{MgO}_{(s)}$
 ما العامل المحدد للتفاعل عند استخدام 32g من الأكسجين مع 12g من الماغنسيوم؟
 $[\text{Mg} = 24, \text{O} = 16]$

الحل:

$$1 \text{ mol} = \frac{32}{32} = \text{O}_2 \text{ عدد مولات}$$

$$2 \text{ mol MgO} = \frac{2 \text{ mol MgO}}{1 \text{ mol O}_2} \times 1 \text{ mol O}_2 = \text{MgO عدد مولات}$$

$$0.5 \text{ mol} = \frac{12}{24} = \text{Mg عدد مولات}$$

$$0.5 \text{ mol MgO} = \frac{2 \text{ mol MgO}}{2 \text{ mol Mg}} \times 0.5 \text{ mol Mg} = \text{MgO عدد مولات}$$

. . الماغنسيوم هو العامل المحدد للتفاعل ، لان عدد مولات MgO الناتجة عنه هي الأقل عددًا

المول وعدد أفوجادرو The Mole and Avogadro's number

يبيّن الرابط التالي بينك المعرفة المصرية العلاقة بين المول وعدد أفوجادرو:



مما سبق يمكن أن نعبر عن العلاقة بين عدد المولات وعدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات هي القانون الكلي:

$$\begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} \text{الذرات} \\ \text{الجزيئات} \times \text{عدد أفوجادرو } (6.02 \times 10^{23}) \\ \text{الأيونات} \end{array} \right\} \text{عدد مولات} \left. \begin{array}{l} \text{الذرات} \\ \text{الجزيئات} \\ \text{الأيونات} \end{array} \right\} \text{عدد} \end{array}$$

مثال:

احسب عدد ذرات الكربون الموجودة في 50 g من كربونات الكالسيوم علمًا بأن:
 $[\text{Ca} = 40, \text{C} = 12, \text{O} = 16]$



الحل

مول من كربونات الكالسيوم $\text{CaCO}_3 = 40 + 12 + 3 \times 16 = 100 \text{ g}$

وحيث أن مول من CaCO_3 ← يحتوي على 1 mol من ذرات الكربون C

أي أن 100 g ← يحتوي على 1 mol من ذرات الكربون C

لذلك فإن 50 g ← تحتوي على X mol

$$\therefore X = (\text{عدد مولات ذرات الكربون}) = \frac{1 \times 50}{100} = 0.5 \text{ mol}$$

$$\therefore \text{عدد ذرات الكربون} = 0.5 \times 6.02 \times 10^{23} = 3.01 \times 10^{23} \text{ ذرة}$$

المول وحجم الغاز The Mole and the Volume of Gas

من المعلوم أن المادة الصلبة أو اسائلة لها حجم ثابت ومحدد يمكن قياسه بطرق متعددة. أما حجم الغاز فإنه يساوى دائماً حجم الحيز أو الإناء الذى يشغله. ولكن نتيجة البحث العلمى والتجارب وجد العلماء أن المول من أى غاز إذا وضع فى الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط **Standard Temperature and Pressure (STP)** يشغل حجماً محدداً قدره 22.4 لترًا.

ملاحظة

الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط (STP) تعنى وجود المادة فى درجة حرارة 273 كلفن والتى تعادل

0°C و 760 mm.Hg وهو الضغط الجوى المعتاد 1 atm p

هذا يعنى أن مولاً من غاز الميثان CH_4 يشغل حجماً قدره 22.4 L كما أن مولاً من غاز الأمونيا NH_3 يشغل حجماً قدره 22.4 L أيضاً بشرط أن تكون هذه الغازات فى (STP).



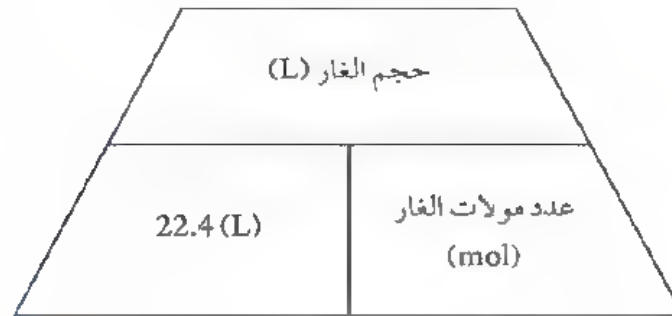
▲ شكل (9) العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه فى الظروف القياسية

قانون أفوجادرو: يتناسب حجم غاز تناسباً طردياً مع عدد مولاته عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة



وبذلك يمكن التعبير عن العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه في الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة كما يلي :

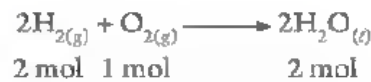
حجم الغاز (STP) = عدد مولات الغاز $\times 22.4 \text{ L}$



مثال

احسب حجم الأكسجين اللازم لإنتاج 90 g من الماء عند تفاعله مع وفرة من الهيدروجين في لظروف القياسية (STP).
[O = 16 , H = 1]

الحل ..



مول من الماء $\text{H}_2\text{O} = 2 \times 1 + 16 = 18 \text{ g}$

من لمعادلة نجد أن :

1 mol من O_2 ← 2 mol من H_2O

X mol من O_2 ← 90 g من H_2O

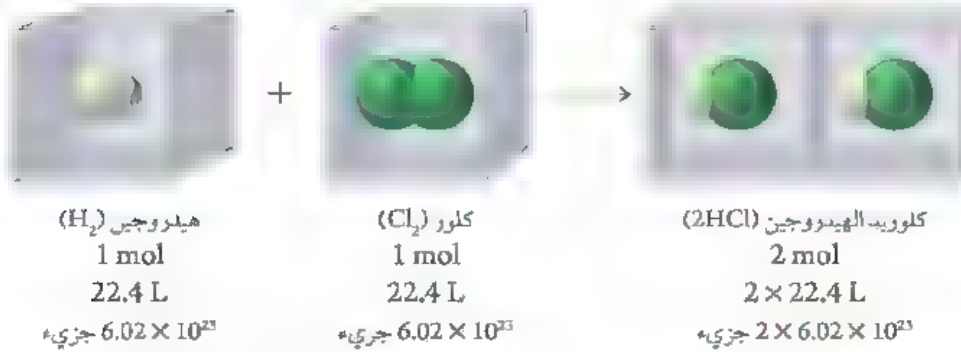
$$X \cdot (\text{عدد مولات الأكسجين}) = \frac{1 \times 90}{36} = 2.5 \text{ mol}$$

حجم غاز الأكسجين = $22.4 \times 2.5 = 56 \text{ L}$

فرض أفواحدرو حجوه المساويه من تعراب المحسفه يجب نفس لظروف من الضغط ودرجة حرره نحوى على أعداد متساوية من الجزيئات.



وهذا يعنى أن المول من أى غاز فى الظروف لقياسية من الحرارة والضغط (STP) يشغل حجم قدره 22.4 L ويحتوى على 6.02×10^{23} جزيء من هذا الغاز. وإذا تصاعف عدد المولات يتضاعف الحجم ويتضاعف عدد الجزيئات أيضًا.



▲ شكل (١٠) أحجام الغازات الداخلة فى التفاعل والناجمة منه ذات نسب محددة

مما سبق يمكننا وضع عدة مفاهيم للمول منها ما يلى :

- الكتلة الذرية أو الجزيئية أو وحدة الصيغة معبراً عنها بالجرامات.
- عدد ثابت من لجزيئات أو الذرات أو الأيونات أو وحدات الصيغة مقداره 6.02×10^{23} .
- كتلة 22.4 L من الغاز فى الظروف القياسية من الحرارة والضغط (STP).

المول : هو كمية المادة التى تحتوى على عدد أفوجادرو (6.02×10^{23}) من الذرات أو اجزيئات أو الأيونات و وحدات الصيغة للمادة.

الفصل الثاني : حساب الصيغة الكيميائية

Calculation of Chemical Formula

نواحي التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

• يحسب النسبة المئوية لكتلة المادة

• يربط بين النسبة المئوية لكتلة المادة

والنسبة المئوية لكتلة المادة

• يفسر النسبة المئوية لكتلة المادة

النتيجة للمركب بالاستناد إلى النسبة

النسبة المئوية

• يحسب النسبة المئوية لكتلة المادة

بالنسبة إلى النسبة المئوية لكتلة المادة

المعادلة كيميائية

النسبة المئوية الكتلية

Mass Percent

أصبحت الملصقات الموجودة على المعلبات الغذائية أو المياه المعدنية ، وكذلك النشرات الموجودة داخل علب الأدوية شيء مهم وضروري لتوعية المستهلكين بمكونات هذه المواد ، وعادة ما يستخدم مصطلح النسبة المئوية والذي يعني عدد الوحدات من اجزاء بالنسبة لكل 100 وحدة من الكل. وفي الحسابات الكيميائية يمكن استخدام مصطلح النسبة المئوية لحساب نسب كل مكون من مكونات عينة ما ؛ فعند حساب نسبة النيتروجين في سماد نترات الأمونيوم NH_4NO_3 ، يجب أن نعلم كم جراماً من النيتروجين موجودة في 100 g من السماد ، ويمكن تحديد ذلك إما بالاستعانة بالصيغة الجزيئية للمادة أو من خلال النتائج التجريبية التي يتم الحصول عليها عملياً

$$\text{نسبة المئوية لكتلة العنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر في العينة}}{\text{كتلة العينة}} \times 100\%$$



الهدف من هذا النشاط

يمكن حساب النسبة المئوية لعنصر في مركب بمعلومية الكتلة المولية الذرية لعنصر والكتلة المولية للمركب من العلاقة :

$$\text{النسبة المئوية لعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر بالجرام في مول واحد من المركب}}{\text{كتلة مول واحد من المركب}} \times 100\%$$



فالكثلة المولية لنترات الأمونيوم $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 4 \times (\text{H}) + 2 \times (\text{N}) + 3 \times (\text{O})$

$$80 \text{ g} = 4 \times 1 + 2 \times 14 + 3 \times 16$$

هذه الكتلة تحتوي بداخلها على $2(\text{N})$ أي $2 \times 14 = 28 \text{ g}$ من النيتروجين

$$\% \text{ N} = \frac{\text{الكتلة المولية للنيتروجين (28)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}} \times 100\% = 35\%$$

احسب نسبة كل من الأكسجين والهيدروجين بنفس الطريقة.

مجموع نسب العناصر المكونة للمركب لابد أن يساوي 100 ، ففي نترات الأمونيوم نجد أن نسبة

$$100\% = (35\%) + \text{نسبة الأكسجين (60\%)} + \text{نسبة الهيدروجين (5\%)}$$

نشاط

يمكن حساب كتلة عنصر في مركب بمعلومية النسبة المئوية له في هذا المركب



يمكن حساب عدد مولات كل عنصر في المركب بمعلومية النسبة المئوية له والكتلة المولية للمركب.

مثال:

احسب عدد مولات الكربون في مركب عضوي يحتوي على كربون وهيدروجين فقط. إذا علمت أن

نسبة الكربون في هذا المركب هي 85.71 % و الكتلة المولية لهذا المركب 28 g ($\text{C} = 12, \text{H} = 1$)

الحل:

$$\text{كتلة الكربون} = \frac{\text{نسبة الكربون} \times \text{الكتلة المولية للمركب}}{100\%} = \frac{28 \times 85.71\%}{100\%} = 24 \text{ g}$$

$$\therefore \text{عدد مولات الكربون} = \frac{24}{12} = 2 \text{ mol}$$



الكيمياء

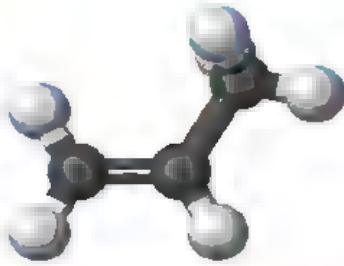
في أمثال السابق احسب عدد مولات الهيدروجين ثم امسح الصيغة الكيميائية لهذا المركب.



حساب الصيغة الكيميائية

تنقسم لصيغ الكيميائية إلى عدة أنواع هي الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية والصيغة البنائية ، ويمكن استخدام الحسب الكيميائي في التعبير عن كل من الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية.

الصيغة الأولية Empirical Formula : هي صيغة تعبر عن أبسط نسبة عددية بين ذرات العناصر التي يتكون منها جزيء المركب.



▲ شكل (١١) البروبيلين

وهي عملية إحصاء نسبي لعدد الذرات أو مولات الذرات في الجزيئات أو وحدات الصيغة للمركب.

مثال : الصيغة الجزيئية المعبرة عن مركب البروبيلين هي C_3H_6 وهي تعني أن الجزيء يتكون من 6 ذرات هيدروجين و3 ذرات كربون ، أي بنسبة $(H) 6 : (C) 3$ وإذا قمنا بتبسيط هذه النسبة إلى أقل قيمة صحيحة ممكنة بالقسمة على المعامل (3) تصبح النسبة $(H) 2 : (C) 1$ وبذلك تكون الصيغة الأولية لهذا المركب هي CH_2

ملاحظة

الصيغة الأولية في هذه الحالة لا تعبر عن التركيب الحقيقي للجزيء ، ولكنها توضح فقط أبسط نسبة بين مكوناته

في بعض الأحيان تعبر الصيغة الأولية عن الصيغة الجزيئية أيضاً مثل جزيء أول أكسيد الكربون CO أو أكسيد النيتريك NO

قد تشترك عدة مركبات في صيغة أولية واحدة مثل الأسيتيلين C_2H_2 والبنزين C_6H_6 اعطى C_6H_6 ، حيث أن الصيغة الأولية لهما هي (CH)

يمكن حساب الصيغة الأولية للمركب بمعلومية النسبة المئوية للعناصر المكونة له على اعتبار أن هذه النسبة تمثل كتل هذه العناصر الموجودة في كل 100 g من المركب.



مثال:

احسب الصيغة الأولية لمركب يحتوي على نيتروجين بنسبة 25,9% وأكسجين بنسبة 74,1% علماً بأن
(N = 14 , O = 16)

الحل:

$$\text{عدد مولات النيتروجين} = \frac{25.9}{14} = 1.85 \text{ mol}$$

$$\text{عدد مولات الأكسجين} = \frac{74.1}{16} = 4.63 \text{ mol}$$

النسبة بين عدد مولات O : عدد مولات N هي 4.63 : 1.85 وبالقسمة على أصغرهما لإيجاد نسب بسيطة بين عدد المولات :

$$\begin{array}{ccc} \text{N} & : & \text{O} \\ \frac{1.85}{1.85} & : & \frac{4.63}{1.85} \\ 1 & : & 2.5 \end{array}$$

ولإزالة هذه النسبة لا تعبر عن صيغة أولية ، ولكن بالضرب في المعامل (2) تصبح الصيغة الأولية هي N_2O_5

الصيغة الجزيئية Molecular Formula هي صيغة زمرية تجريء لعنصر و مركب و وحدة صيغة تعبر عن نوع واحد لثمنى بندرت و لا يودت لنى يكون منها هذا تجريء و لوجوده

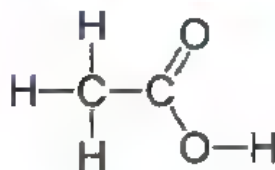
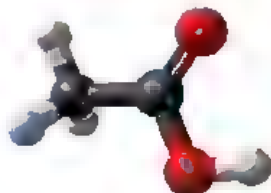
يمكن حساب الصيغة الجزيئية لمركب بمعلومية الكتلة المولية له وحساب الصيغة الأولية ، ثم بالضرب في عدد وحدات الصيغة الأولية.

مثال:

$$\text{عدد وحدات الصيغة الأولية} = \frac{\text{الكتلة المولية للمركب}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الأولية}}$$

مثال:

أثبتت التحاليل الكيميائية أن حمض الأسيتيك (حمض الخليك) يتكون من كربون بنسبة 40 % وهيدروجين بنسبة 6.67 % وأكسجين بنسبة 53.33 % فإذا كانت الكتلة المولية الجزيئية له 60 g. استنتج الصيغة الحريئية للحمض علماً بأن (C = 12 , H = 1 , O = 16)



▲ شكل (١٧) حمض الأسيتيك

C	H	O
$\frac{40}{12}$	$\frac{6.67}{1}$	$\frac{53.33}{16}$
3.33	6.67	3.33

الحل:

○ حساب عدد المولات =

بالقسمة على أصغر عدد من المولات

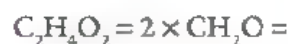
○ النسبة بين عدد المولات = 1 : 2 : 1

الصيغة الأولية = $C H_2 O$

○ حساب الكتلة الجزيئية للصيغة الأولية = $30 = 12 + 2 \times 1 + 16$

○ حساب عدد وحدات الصيغة الأولية = $2 = \frac{60}{30}$

○ الصيغة لجزيئية للمركب = لصيغة الأولية \times عدد الوحدات



الناتج الفعلي والناتج النظري

المحتوى التعليمي



▲ شكل (١٣) راسب أبيض من $AgCl$

أذيب 20 g من ملح كلوريد الصوديوم في كمية كافية من الماء ، ثم أضيف إليها محلول نترات الفضة فترسب 45 g من كلوريد الفضة.

○ هل يمكن بطريقة حسابية التأكد من صحة هذه النتائج ؟

○ إذا كن هناك اختلاف بين النتائج المحسوبة والنتائج الفعلية.

فما تفسيرك لذلك ؟



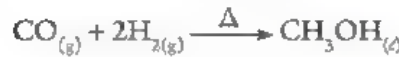
عند إجراء تفاعل كيميائي للحصول على مادة كيميائية معينة فإن معادلة التفاعل تحدد نظرياً كميات ما يمكن الحصول عليه من المادة الناتجة وما يلزم من المواد المتفاعلة بوحدة المولات أو لجرمات أو غيرها. ولكن عملياً - وبعد إتمام عملية التفاعل - فإن الكمية التي نحصل عليها والتي تسمى بالناتج الفعلي **Practical Yield** تكون عادة أقل من الكمية المحسوبة والمتوقعة نظرياً. وأسباب ذلك كثيرة مثل أن تكون المادة الناتجة متطايرة فيتسرب جزءاً منها، وكذلك ما قد يلتصق منها بجدران أنية التفاعل، إضافة إلى أسباب أخرى مثل حدوث تفاعلات جانبية منافسة تستهلك المادة الناتجة نفسها أو أن المواد المستخدمة في التفاعل ليست بالنقاء الكافي، وتسمى الكمية المحسوبة أو المتوقعة اعتماداً على معادلة التفاعل بالناتج النظري **Theoretical Yield**.

ويمكن حساب النسبة المئوية للناتج الفعلي من العلاقة التالية :

$$\text{النسبة المئوية للناتج الفعلي} = \frac{\text{الناتج الفعلي}}{\text{الناتج النظري}} \times 100\%$$

مثال:

يُنتج الكحول الميثيلي تحت ضغط عالٍ من خلال التفاعل التالي :



فإذا نتج 6.1 g من الكحول الميثيلي من تفاعل 1.2 g من الهيدروجين مع وفرة من أول أكسيد الكربون. احسب النسبة المئوية للناتج الفعلي. [C = 12, O = 16, H = 1]

الحل:

الكتلة المولية الجزيئية $\text{CH}_3\text{OH} = 12 + 16 + 4 \times 1 = 32 \text{ g}$

2 mol من H_2 ← 1 mol من CH_3OH

4 g ← 32 g

1.2 g ← X g

∴ X (كتلة CH_3OH النظرية) = $\frac{32 \times 1.2}{4} = 9.6 \text{ g}$

∴ النسبة المئوية للناتج الفعلي = $100 \times \frac{6.1}{9.6} = 63.54\%$

البحث والتعلم

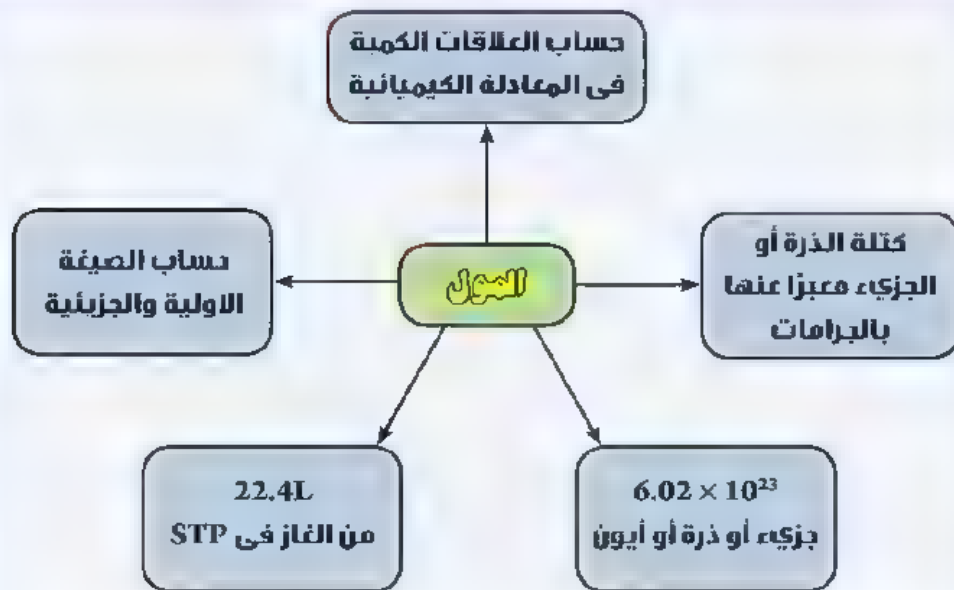
تعاون مع مجموعة من زملائك في عمل بحث عن المول واستخدماته في الحسابات الكيميائية. استعن في ذلك بشبكة لمعلومات (الإنترنت) وبعض المراجع الموجودة في مكتبة المدرسة.

<https://www.chemistry.gov.sa>

المسائل الأساسية في الباب الثاني

- ✧ **المعادلة الكيميائية** : تعبر عن الرموز والصيغ الكيميائية لمواد المتفاعلة والنواتج من لتفاعل وشروط التفاعل.
- ✧ **عدد أفوجادرو** : هو عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات في مول واحد من المادة .
- ✧ **المول** : كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوجادرو من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدات الصيغة للمادة.
- ✧ **الصيغة الأولية** : هي صيغة تعبر عن أبسط نسبة عددية بين ذرات العناصر التي يتكون منها جزيء المركب.
- ✧ **الصيغة الجزيئية** : هي صيغة رمزية لجزيء العنصر أو المركب أو وحدة الصيغة تعبر عن النوع والعدد الفعلي للذرات أو الأيونات التي يتكون منها هذا الجزيء أو الوحدة.
- ✧ **الناتج النظري** : هو كمية المادة المحسوبة اعتمادًا على معادلة التفاعل.
- ✧ **الناتج الفعلي** : هو كمية المادة التي نحصل عليها عمليًا من التفاعل.

مخططات التدفق في الباب الثاني





أنشطة وأسئلة الباب الثاني

الفصل الأول : المول والمعادلة الكيميائية

نشاط معمل : المول والمعادلة الكيميائية

خطوات إجراء النشاط :

• أحضر بوتقة وعين كنتنها.

• زن 2.4 g ماغنسيوم.

• أشعل لماغنسيوم ثم ضعه سريعاً داخل ورق مخروطي مسنوء

بأكسجين النقي حتى تمام الاشتعال والتحول إلى أكسيد ماغنسيوم.

• عين كتلة أكسيد لماغنسيوم الناتج. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

• احسب كتلة الأكسجين المستخدم في هذا التفاعل.

• عبر عن التفاعل بمعادلة رمزية موزونة باستخدام الحساب

الكيميائي. علماً بأن [Mg = 24 , O = 16]

• احسب كتلة الماغنسيوم اللازم للحصول على 120 g أكسيد ماغنسيوم.

• استخدم العلاقة بين المول وكتلة المادة في حساب عدد مولات

160 g أكسيد ماغنسيوم.

الاستنتاج :

• ما أهم الاستنتاجات التي توصلت إليها من خلال نتائج هذه التجربة ؟

السلامة والبيئة



الاحتياطات

✓ تحذر عن التفاعل الكيميائي بمعدنية
مرية موزونة باستخدام حساب
كيميائي

الاستنتاجات

✓ استخدم آوار سمع - ملاحظة
تسجل الباب لاستنتاج

السلامة والبيئة

✓ بوتقة - ماغنسيوم - نهر - عرب -
منزل - رفقو - موزونة - أكسجين
محضر - حديد





نشاط معمل : وحدة المول ومشتقاتها

خطوات إجراء النشاط :

1- بالتعاون مع اثنين من زملائك قم بتنفيذ إجراءات النشاط التالي ،
ثم قارن بين النتائج والملاحظات والاستنتاجات التي حصلت عليها ،
والتي حصلت عليها باقي المجموعات بالفصل :

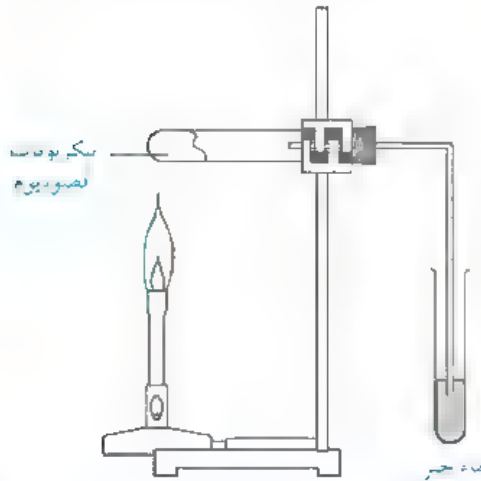
2- أحضر أنبوبة اختبار نظيفة وحادة وعين كتلتها

3- ضع بها كمية قليلة من صودا الحجير (بيكربونات الصوديوم) ثم
عين كتلتها مرة أخرى ثم سدها بسداد محكم يتعد منها أنبوبة توصيل
تنتهي من الطرف الآخر داخل أنبوبة اختبار بها قليل من ماء الحجير .

4- سخن الأنبوبة على اللهب تسخيناً هيثاً في البداية ثم بشدة لمدة
عشر دقائق. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

5- كرر العمل السابق عدة مرات وفي كل مرة اختر الغاز المتصاعد
بواسطة ماء الحجير حتى تنحل بيكربونات الصوديوم تمامًا ، حيث
ستدل على ذلك من خلال عدم تعكر ماء الحجير .



السلامة والمخاطر



السلامة والمخاطر

- ✓ يحسب كمية المواد المتفاعلة بطريقة
عملية
- ✓ يحسب عدد جزيئات مادة باستخدام
العلاقة بين المول وعدد أвоغادرو.
- ✓ يحسب حجم غاز في الظروف القياسية
من درجة الحرارة والضغط المعمومية
عدد مولات الغاز

الملاحظات والمخاطر

- ✓ لملاحظة - التفسير - تسجيل البيانات
- التحسين - الاستنتاج

المواد والأدوات المستخدمة

- ✓ صودا الحجير (بيكربونات الصوديوم)
- لهب بقرن - ميزان رقمي - ساعة
- ماء حجير أنابيب توصيل أنابيب
احتراق





- اترك الأنبوبة لتبرد ، ثم عين كتلتها بما تحتويه من نواتج بعد نزع السدادة وأدبيب التوصيل .
 - قدرن كتلة الأنبوبة في الخطوة الثانية وكتلتها في الخطوة الخامسة . ماذا تلاحظ ؟
- الملاحظة :

- إذ علمت أن بيكربونات الصوديوم تنحل حراريًا وتعطي كربونات صوديوم ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء . فسّر هذه الملاحظة .
- التفسير :

- استخدم الحساب الكيميائي في كتلة المعادلة الرمزية المعبرة عن التفاعل السابق . علمت بأن
- $$[\text{Na} = 23 , \text{C} = 12 , \text{O} = 16 , \text{H} = 1]$$

- احسب كتلة صودا الخبيز (بيكربونات الصوديوم) الداخلة في التفاعل السابق .

- احسب عدد جزيئات بخار الماء الناتجة من هذا التفاعل .

- احسب حجم غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من هذا التفاعل في (STP)

- احسب عدد مولات كربونات الصوديوم الناتجة عند تسخين 53 g من صودا الخبيز حتى تمام انحلالها .

- حلّ ما توصّلت إليه من نتائج ثم دون أهم استنتاجاتك .

التحليل والاستنتاج :





أسئلة تقييمية

استخدم الكتلة الذرية التالية عند الحاجة إليها :

Na = 23	S = 32	N = 14	H = 1	O = 16	C = 12
Fe = 56	Al = 27	Ca = 40	Mg = 24	P = 31	Cl = 35.5

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

- ١) عدد مولات الماء الموجودة في 36 g منه
 أ. 1 ب. 2 ج. 2.5 د. 0.5
 مول
- ٢) عدد جزيئات ثنائي أكسيد لكبريت الموجودة في 128 g منه تساوي جزئي .
 أ. 2×10^{23} ب. 6.02×10^{23} ج. 3.01×10^{23} د. 12.04×10^{23}
- ٣) عدد أيونات الصوديوم الناتجة من إذابة 40 g من NaOH في الماء تساوي أيون .
 أ. 2×10^{23} ب. 6.02×10^{23} ج. 3.01×10^{23} د. 12.04×10^{23}
- ٤) حجم 4 g من الهيدروجين في الظروف القياسية (STP) يساوي لتر
 أ. 2 ب. 22.4 ج. 44.8 د. 89.6
- ٥) يتناسب حجم الغاز تناسباً طردياً مع عدد مولاته عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة
 أ. قانون أفوجادرو ب. قانون بقاء المادة
 ج. فرض أفوجادرو د. قانون بقاء الكتلة



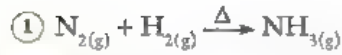


ثانيًا . عبر عن التفاعلات التالية في صورة معادلات أيونية موزونة .

① محلول كلوريد الصوديوم + محلول نترات فضة —————> محلول نترات صوديوم + راسب أبيض من كلوريد الفضة.

② حمض نيتريك + محلول هيدروكسيد بوتاسيوم —————> محلول نترات بوتاسيوم + ماء سائل

ثالثًا . أعد كتابة المعادلات التالية معد وزنها :



رابعًا . فسر :

① الحجم الذي يشغله 26 g من الاميثين C_2H_2 في الظروف القياسية (STP) مساوٍ للحجم الذي يشغله 2 g من الهيدروجين في نفس الظروف.

② اختلاف الكتلة المولية للفوسفور باختلاف الحالة الفيزيائية له.

③ اللتر من غاز الأكسجين يحتوى على نفس العدد من الجزيئات التي يحتويها اللتر من غاز الكلور في STP.





جامعياً حل المسائل التالية :

١) احسب عدد أيونات الصوديوم التي تنتج من إذابة 117 g من كلوريد الصوديوم في الماء.

٢) احسب كتلة كربونات الكالسيوم اللازمة لإنتاج 5.1 L من غاز ثاني أكسيد الكربون بناء على التفاعل :





الفصل الثاني : حساب الصيغة الكيميائية

نشاط معمل : النسبة المئوية الكتلية والصيغة الجزيئية



خطوات إجراء النشاط :

1. عين كتلة البوتقة فارغة بعد تنظيفها وتحفيفها ولتكن m .
2. ضع في البوتقة عينة من كبريتات النحاس المتهذبة وعين كتلة البوتقة مرة أخرى (m_1) .
3. سخن البوتقة على النيب لمدة 15 : 20 دقيقة، ثم أبعدها عن اللهب واتركها لتبرد حتى تصل إلى درجة حرارة الغرفة وعين كتلتها ، ولتكن (m_2) .
4. كرر الخطوة السابقة مرة أخرى وعين كتلة البوتقة ، ولتكن (m_3) .
5. إذا كانت m_3 لا تساوي m_2 فكرر الخطوة (3) عدة مرات حتى تثبت الكتلة تمامًا ، ولتكن (m_4) .
6. قارن بين m_1 و m_2 ، ماذا تلاحظ ؟ وما تفسيرك لذلك ؟

الملاحظة :

التفسير :

1. عين النسبة المئوية لماء التهدرت.



- ✓ حساب النسبة المئوية لماء التهدرت في عينة متهذبة عملياً.
- ✓ حساب الصيغة الأولية والجزيئية عملياً.
- ✓ حساب النسبة المئوية للذاتج انفعالي بالنسبة للذاتج النظري.



- ✓ استخدام الأدوات - الملاحظة -
- ✓ استخدام العلاقات الرياضية -
- ✓ التحليل -



- ✓ حامل - حلقة معدنية - مثقل حراري
- ✓ مسدود بوتقة - نيب - مسدود
- ✓ زجاجة - أنابيب اختبار - محلول
- ✓ مسدود مسدود - ورق برشيم
- ✓ عدم إرماء



الباب الثاني الكيمياء الكمية

✳ احسب عدد مولات كبريتات النحاس الجافة (بعد التسخين) ، علماً بأن $[Cu = 63,5, S = 32, O = 16]$

✳ احسب عدد مولات الماء المتطاير ، علماً بأن $[H = 1, O = 16]$.

✳ اتبع خطوات حساب الصيغة الجزيئية التي درسناها حتى تحصل على الصيغة الجزيئية لملح كبريتات النحاس المتهدرت ، وذلك باعتبار الماء وكبريتات النحاس الجافة هي العناصر الأولية لهذه الصيغة.

الصيغة الجزيئية :

✳ أدب ملح كبريتات النحاس الجاف في كمية من الماء لتكوين محلول منه.

✳ أضف قليلاً من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول الملح. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

✳ عبر عن التفاعل السابق بمعادلة رمزية موزونة ، ثم حدد اسم الراسب المتكون

✳ استمر في إضافة محلول NaOH حتى تلاحظ عدم زيادة في كمية الراسب المتكون ثم رشح الراسب على ورق ترشيح عديم الرمد لفصله عن المحلول.

✳ جفف الراسب جيداً بتسخينه داخل بوتقة تطبق معلومة الكتلة ، ثم عين كتلته ولتكن (m_3) .

✳ احسب كتلة الراسب المتوقع تكوينها نظرياً ولتكن (m_4) ، ثم قارن بين m_4 , m_3 ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

✳ احسب نسبة الناتج الفعلي إلى الناتج النظري

النسبة

التحليل :

✳ حلل النتائج السابقة.





نشاط معمل : الناتج الفعلي والناتج النظري

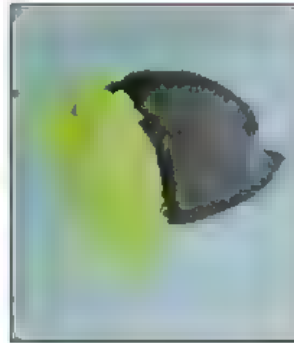
خطوات إجراء النشاط :

- نطف البوتقة جيدًا ، ثم عين كتلتها.
- باستخدام الميزان الرقمي عين كتلة 7 g من برادة الحديد وضعها في البوتقة.
- عين كتلة 4g من الكبريت وضعها في نفس البوتقة ، ثم عين كتلة الخليط.
- سخن الخليط على لهب نزل حتى يتحول إلى اللون الأسود
- اترك الناتج ليبرد ثم عين كتلته . ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

- عبر عن التفاعل السابق بمعادلة كيميائية موزونة.
- احسب كتلة كبريتيد الحديد (FeS) المتوقع الحصول عليها من هذا التفاعل باستخدام المعادلة علمت بأن [Fe = 56 , S = 32]
- عين النسبة المئوية للناتج الفعلي.
- ما تفسيرك لحدوث تغير في الناتج الفعلي عن الناتج النظري المحسوب ؟

التفسير :





أسئلة اختيارية

استخدم الكتل الذرية التالية عند الحاجة إليها :

Cl = 35.5	O = 16	C = 12	H = 1	Ca = 40
S = 32	Ba = 137	Na = 23	Fe = 56	

أولاً اختر الإجابة الصحيحة

١) الصيغة الأولية للمركب $C_4H_8O_2$ هي

- أ. $C_4H_4O_2$ ب. C_2H_4O
ج. $C_2H_8O_2$ د. C_4H_8O

٢) عدد وحدات الصيغة الأولية للمركب $C_2H_2O_4$

- أ. 1 ب. 2
ج. 3 د. 4

٣) كتلة CaO الناتجة من انحلال 50 g من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ حرارياً g

- أ. 28 ب. 82
ج. 96 د. 14

٤) حجم الهيدروجين اللازم لإنتاج 11.2 L من بخار الماء في (STP) هو لتر

- أ. 22.4 ب. 44.8
ج. 11.2 د. 68.2

٥) إذا كانت الصيغة الأولية لمركب م هي CH_2 والكتلة المولية الجزيئية له 56 فإن الصيغة الجزيئية لهذا

المركب تكون

- أ. C_2H_4 ب. C_3H_6
ج. C_4H_8 د. C_5H_{10}





ثاني حل المسائل التالية .

(١) احسب نسبة الحديد الموجودة في خام السدرت FeCO_3 .

(٢) حسب النسبة المئوية الكتلية للعناصر المكونة لسكر الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

(٣) استنتج الصيغة الجزيئية لمركب عضوي الكتلة المولية له 70 g إذا علمت أنه يحتوي على كربون بنسبة 85.7 % وهيدروجين بنسبة 14.3 %

(٤) ترسب 39.4 g من كبريتات الباريوم الصلب BaSO_4 عند تفاعل 40 g من محلول كلوريد الباريوم BaCl_2 مع وفرة من محلول كبريتات البوتاسيوم. احسب النسبة المئوية للمنتج الفعلي.

ثالثاً : اكتب المصطلح العلمي

(١) صيغة تعبر عن العدد الفعلي لذرات أو الأيونات المكونة للحزب أو وحدة الصيغة

(٢) كمية المادة التي نحصل عليها عملياً من التفاعل .

(٣) صيغة تعبر عن أبسط نسب للأعداد الصحيحة بين ذرات العناصر المكونة للمركب.

(٤) كمية المادة المحسوبة اعتماداً على معادلة التفاعل .





اسئلة مراجعة الباب الثاني

Cl = 35.5	Ag = 108	Na = 23	N = 14	H = 1	O = 16	C = 12
-----------	----------	---------	--------	-------	--------	--------

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة

١) تقدر كتل الجسيمات الذرية بوحدة الكتلة الذرية (a m u) وهي تساوى

أ. 6.02×10^{23} ب. 1.66×10^{-24}

ج. 6.02×10^{-24} د. 1.66×10^{23}

٢) الوحدة المستخدمة في النظام الدولي SI للتعبير عن كمية المادة هي

أ. المول ب. الجرام

ج. الكيلو جرام د. وحدة الكتلة الذرية a m u

٣) عدد جرامات 44.8 L من غاز النشادر NH_3 في (STP) تساوى جرام

أ. 2 ب. 17

ج. 0.5 د. 34

٤) إذا احتوت كمية من الصوديوم على 3.01×10^{23} ذرة فإن كتلة هذه الكمية تساوى جرام

أ. 11.5 ب. 23

ج. 46 د. 0.5

٥) إذا كانت الصيغة الجزيئية لفيتامين (C) هي $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ فإن الصيغة الأولية له تكون

أ. $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ ب. $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$

ج. $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_3$ د. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$

٦) يجب أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة تحقيقاً لقانون

أ. أوجادرو ب. بقاء الطاقة

ج. بقاء الكتلة د. جاي لوساك





- ٧) نصف مول من ثاني أكسيد الكربون CO_2 عبارة عن حرام.
- أ. 44. ب. 22. ج. 88. د. 66.
- ٨) الصيغة الأولية CH_2O تعبر عن الصيغة الجزيئية
- أ. HCHO . ب. CH_3COOH . ج. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. د. جميع ما سبق.
- ٩) عند تفاعل 64 g من الأكسجين مع وفرة من الهيدروجين فإن حجم بخار الماء الناتج في STP يكون لتر
- أ. 22.4. ب. 44.8. ج. 11.2. د. 89.6.
- ١٠) المركب الهيدروكربوني الناتج من ارتباط 0.1 mol من ذرات الكربون مع 0.4 mol من ذرات لهيدروجين تكون صيغته الجزيئية
- أ. C_2H_4 . ب. C_4H_8 . ج. CH_4 . د. C_3H_9 .

ثانيًا اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية :

- ١) طريقة للتعبير عن رموز وصيغ وكميات المواد المتفاعلة والنتيجة وشروط التفاعل.
- ٢) الكتلة الذرية أو الجزيئية أو الأيونية أو وحدات الصيغة معبراً عنها بالجرامات.
- ٣) عدد ثابت يعبر عن عدد لذرات أو الجزيئات أو الأيونات في مول واحد من المادة.
- ٤) صيغة تعبر عن العدد المعلى للذرات أو الأيونات التي تتكون منها الجزيء.
- ٥) كمية المادة التي نحصل عليها عملياً من التفاعل الكيميائي.
- ٦) مجموع كتل الذرات المكونة للجزيء.
- ٧) يتناسب حجم الغاز تناسباً طردياً مع عدد مولاته عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة.
- ٨) الحجم المتساوية من الغازات في نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة تحتوي نفس عدد لجزيئات.





- ٩ صيغة تعبر عن أبسط نسب للأعداد الصحيحة بين ذرات العناصر المكونة للمركب.
١٠ كمية المادة لمحسوبة اعتماداً على معادلة لتفاعل.

ثالثاً : حل المسائل التالية :

- ١ احسب لصيغة الجزيئية لمركب يحتوي على كربون بنسبة % 85.7 وهيدروجين بنسبة % 14.3 وكتلة الجزيئية له 42
٢ ترسب 130 g من كلوريد الفضة عند تفاعل مول كلوريد صوديوم مذاباً في ماء مع محلول ترات الفضة. احسب كل من :
أ. النسبة المئوية للنتج الفعلي.
ب. احسب عدد أيونات الصوديوم الناتجة من هذا التفاعل.
٣ احسب عدد مولات 144 g من الكربون.
٤ احسب حجم غاز الهيدروجين وعدد أيونات الصوديوم الناتج من تفاعل 23 g صوديوم مع كمية وافرة من الماء في الظروف القياسية تبعاً للمعادلة :



- ٥ احسب حجم مول من الفوسفور في الحالة البخارية عند (STP). ثم احسب عدد الذرات في هذا الحجم.

رابعاً : علل :

- ١ عدد جزيئات 9 g من الماء (H_2O) مساوٍ لعدد جزيئات 39 g من البنزين العطري C_6H_6 .
٢ يجب أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة.
٣ الناتج المعلى أقل دائماً من الناتج المحسوب من المعادلة.
٤ تختلف الكتلة المولية للكبريت الصلب عن الكتلة المولية له في الحالة البخارية.



الأهداف العامة للباب الثالث :

في نهاية هذا الباب يُصبح الطالب قادرًا على أن

- يشرح المقصود بالمحلول ويميز بين أنواع المحاليل بتجارب عملية.
- يصف عملية الذوبان والعوامل المؤثرة عليها والتغيرات الحرارية المصاحبة لها.
- يعبر عن تركيز المحاليل بالطرق المختلفة
- يحسب تركيز المحلول بإحدى وحدات التركيز.
- يتعرف على الخواص العامة للمحاليل "صلب في سائل"
- يمثل العلاقة البينية بين تركيز محلول والضغط الجزيئي
- يتعرف على درجة غشائه وجمعه
- يقارن بين المحاليل الغروية ولحقيقته من حيث حجم مكوناتها
- يحضر بعض الغرويات البسيطة ويوضح أهميتها في استخدامات حياتية.
- يشرح لمقصود بكل من الحمض والقاعدة وتصنيفاتها.
- يقارن بين النظريات المختلفة لتعريف الحمض والقاعدة
- يعبر عن الأحماض والقواعد باستخدام الأدلة ومقياس الأس الهيدروجيني.
- يتعرف طرق تكوين الأملاح وتسميتها والأس الهيدروجيني لمحاليلها

الباب الثالث

فصول الباب الثالث :



١ المحاليل والغرويات



٢ الأحماض والقواعد

المفاهيم المتضمنة : حسن استغلال الموارد

إذا أمعنت النظر في البيئة من حولك تجد أنك تعيش في عالم من المحاليل، فالهواء الذي تتنفسه هو محلول ضخم من الغازات كما أن البحار والمحيطات هي محاليل مائية لعدد كبير من الأملاح الذائبة، كذلك الصخور والمعادن الموحدة في القشرة الأرضية هي محاليل صلبة. وخلايا الكائنات الحية تحتوى على الماء بما يحتويه من مواد ذائبة تعتبر محاليل. وهناك أنواع كثيرة من المحاليل منها ما هو حمضى مثل العصائر والموالح، ومنها ما هو قلوى مثل ماء البحر والمنظفات السائلة. لذلك فمن الضروري أن نعرف شيئ عن المحاليل حتى نفهم العالم الذى نعيش فيه والكائنات الحية التى تسكنه.

المحاليل والأحماض والقواعد

Solutions - Acids and Bases

المصطلحات الأساسية :

Solution	المحلول
Mixture	المخلوط
Colloids	الغرويات
Homogenous	متجانس
Heterogeneous	غير متجانس
Saturated	مشبع
Concentration	التركيز
Molarity	المولارية
Molality	المولالية
Percentage	نسبة المئوية
Acid	الحمض
Base	القاعدة
Alkali	قلوى
Salt	أملاح
Indicator	الكاشف (اللدليل)



Solutions and Colloids

توقعات الفصل

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

- يشرح المقصود بالمحلول ويعبر بين أنواع المحاليل بتجارب عملية
- يصف عملية الذوبان (صلب في سائل) والخواص المميزة عنها والتغيرات الحرارية المصاحبة بها
- يعبر عن تركيز المحاليل بالطرق المختلفة
- يحسب تركيز محلول مستخدماً المعطيات
- يتعرف على الخواص العامة للمحاليل « ائصال في سائل » (الضغط البخاري درجة التجمد - درجة التجمد).
- يمثل العلاقة لدرجة تركيز المحلول والضغط البخاري والتغير في درجة التجمد أو التليد
- يفرق بين المحاليل والأنظمة الغروية
- يحضر بعض الغرويات البسيطة
- يوضح أهمية الغرويات في استخدامات حياتية

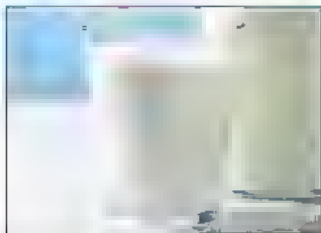
عند إضافة ملح الطعام أو كلوريد الكوبلت II أو السكر إلى الماء فإنها تذوب وتنتج عنها مخلوط متجانس يسمى محلولاً في حين لا يذوب كل منها في الكيروسين ، ويمكن تمييز كل مكون عن الآخر ؛ لذلك يكون غير متجانس ، وتسمى بالمعلقات. أما إذا جمع الخليط بين صفات المحلول والمعلق فإنه يسمى بالغروي ، والذي يمكن تمييز مكوناته باستخدام الميكروسكوب مثل اللبن والدم والأيروسولات وحمل الشعر ومستحلب المايونيز.



▲ شكل (٢) الزيت في الماء معلق



▲ شكل (١) كلوريد كوبلت II في الماء محلول



▲ شكل (٣) اللبن غروي



المحاليل Solutions

المحاليل ضرورية في العمليات الحيوية التي تحدث في الكائنات الحية ، وأحيانا ما تكون شرطاً أساسياً لحدوث تفاعلات كيميائية معينة ، إذ، قمت بتحليل أى عينتين من نفس المحلول ستجد أنهما يحتويان نفس المواد بنفس الكميات ، وهو ما يؤكد التجانس داخل المحلول ، والدليل على ذلك المذاق الحلو للمحلول السكر في الماء في أى جزء من أجزائه .

المحلول Solution : هو مخلوط متجانس من مديتين أو أكثر.

وعادة ما يطلق على المكون الغالب ادى له النسبة الأكبر اسم المذيب **Solvent** بينما المكون ذو النسبة الأصغر يعرف باسم المذاب **Solute** .

أنواع المحاليل Types of Solutions

يعتقد البعض أن كلمة محلول مرتبطة دائماً بالحالة السائلة للمادة ، ولكن تصنف المحاليل تبعاً للحالة الفيزيائية للمذيب كما يوضح الجدول التالي :

نوع المحلول	حالة المذاب	حالة المذيب	أمثلة
غاز	غاز	غاز	الهواء الجوي - الغاز الطبيعي
سائل	غاز	سائل	المشروبات الغازية - الأكسجين الذائب في الماء
	سائل		الكحول في ماء - الإيثيلين جليكول (مضاد التجمد) في الماء
	صلب		السكر أو الملح في الماء
صلب	غاز	صلب	الهيدروجين في البلاتين أو الميلايوم
	سائل		مملعم المصاة $Ag_{(s)} / Hg_{(l)}$
	صلب		لسائك مثل سبيكة النيكل كروم

▲ جدول (١) أنواع المحاليل

وسوف نركز في هذا الجزء على المحاليل من النوع صلب في سائل وإلى يكون فيها الماء هو المذيب



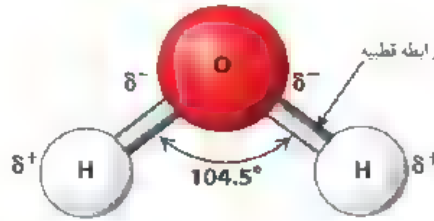
الخواص الفيزيائية للماء

- ✓ السالبية لكهربية : هي قدرة الدرة على جذب إلكترونات الرابطة نحوها.
- ✓ الرابطة القطبية. هي رابطة تساهمية بين ذرتين مختلفتين في السالبية الكهربية والذرة الأكبر سالبية تحمل شحنة جزئية سالبة δ^- بينما تحمل الذرة الأخرى شحنة جزئية موجبة δ^+
- ✓ الجزيئات القطبية : هي الجزيئات التي يكون لها طرف يحمل شحنة موجبة جزئية δ^+ وطرف يحمل شحنة سالبة جزئية δ^- ويتوقف ذلك على قطبية الروابط بها وشكلها الفراغي والزوايا بين هذه الروابط.



الماء مذيب قطبي :

الروابط الموجودة في جزيء الماء روابط قطبية بسبب ارتفاع قيمة سالبية الأكسجين عن الهيدروجين ؛ لذلك تحمل ذرة الأكسجين شحنة سالبة جزئية بينما يحمل الهيدروجين شحنة موجبة جزئية ، كما أن قيمة الزاوية بين الرابطين في جزيء الماء تقدر بحوالي 104.5° ولذلك فإن جزيء الماء على درجة عالية من القطبية.



▲ شكل (٤) الزاوية بين الرابطين في جزيء الماء

المحاليل الإلكتروليتية واللاإلكتروليتية :

تنقسم المحاليل من حيث قدرتها على توصيل التيار الكهربى إلى محاليل إلكتروليتية وأخرى لاإلكتروليتية

الإلكتروليتات Electrolytes : هي المواد التي توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربى عن طريق حركة أيوناتها.

وتنقسم الإلكتروليتات إلى :

- ✶ إلكتروليتات قوية : توصل التيار الكهربى بدرجة كبيرة ، حيث تكون تامة التأين بمعنى أن جميع جزيئاتها تنمك إلى أيونات ومن أمثلتها :
 - ✓ المركبات الأيونية مثل محلول كلوريد الصوديوم NaCl وهيدروكسيد الصوديوم NaOH.
 - ✓ المركبات التساهمية القطبية مثل غاز كلوريد الهيدروجين HCl والذي يوصل التيار الكهربى في حالة محلوله في الماء ولا يوصل التيار الكهربى في الحالة لغازية.



الأمثلة

عند ذوبان غار كلوريد الهيدروجين في الماء وانفصال أيون الهيدروجين H^+ لا يبقى في صورته المعردة ولكنه يرتبط بجزيء الماء مكوناً أيون الهيدرونيوم H_3O^+ كما بالمعادلة التالية :



❖ **الإلكتروليات ضعيفة** : توصل التيار بدرجة ضعيفة لأنها غير تامة التأيين بمعنى أن جزءاً صغيراً من جزيئاتها يتفكك إلى أيونات مثل حمض الأسيتيك (الخليلك) CH_3COOH وهيدروكسيد الأمونيوم (محلول الأمونيا) NH_4OH والماء H_2O .

لإلكتروليات Non Electrolytes : هي المواد التي معالجتها أو مصهوراتها لا توصل التيار الكهربائي لعدم وجود أيونات حرة

وهي مركبات ليس لها قدرة على التأيين ، ومن أمثلتها السكر والكحول الإيثيلي.

عملية الإذابة Dissolving Process :

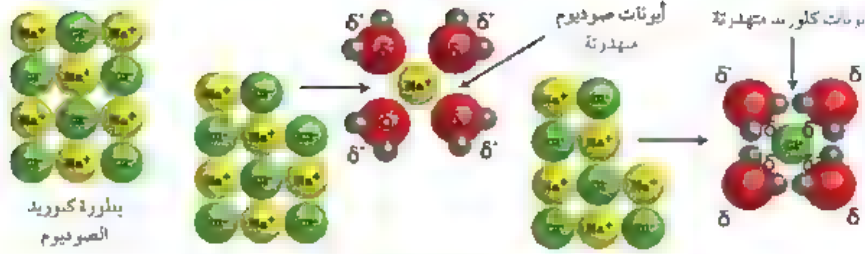
المواد التي تذوب بسهولة في الماء تتضمن مركبات أيونية وقطبية ، بينما الجزيئات غير القطبية مثل الميثان والزيت والشحم أو الدهن والبتزين ، كلها لا تذوب في الماء بالرغم من إمكانية ذوبانها في البنزين ، ونفهم هذا الاختلاف يجب أن نتعرف أكثر على تركيب المذيب والمذاب وطرق التمازج بينهما أثناء عملية الإذابة.

جزيئات الماء في حالة حركة مستمرة بسبب طاقتها الحركية. وعند وضع بللورة من كلوريد الصوديوم $NaCl$ كمثال لمركب أيوني في الماء فإن جزيئات الماء القطبية تصطدم بالبللورة وتجذب أيونات المذاب، وتبدأ عملية إذابة كلوريد الصوديوم بمجرد انفصال أيونات Na^+ لصوديوم و Cl^- لكلوريد بعيداً عن البللورة ، ويتكون المحلول من أيونات أو جزيئات تتراوح أقطارها ما بين $1 - 0.01$ nm موزعة بشكل منتظم داخل المحلول ، وبذلك يكون متماثلاً ومتجانساً في تركيبه وخواصه ، ويمكن للنسبة النفاذ من خلاله.

أما عند وضع قليل من السكر في الماء تفصل جزيئات السكر القطبية وترتبط مع جزيئات الماء القطبية بروابط هيدروجينية ويحدث التدوين.

لذلك هي عملية تحدث عندما يتفكك مذاب إلى أيونات سامة وإيونات متعادلة و أي جزيئات قطبية متفصلة ويحاط كل منهما بجزيئات المذيب.





▲ شكل (٥) ذرات كلوريد الصوديوم في الماء

يمكن التحكم في سرعة عملية الإذابة عن طريق بعض لعوامل مثل مساحة السطح وعملية التقليب ودرجة الحرارة.

كيف يذوب الزيت في البنزين ؟

إن كل منهما يتكوّن من جزيئات غير قطبية ، وعند خلطهما تنتشر جزيئات الزيت أو الدهون بين جزيئات البنزين بسبب ضعف الروابط بين جزيئاته وتستقر مكونة محلولاً وكقاعدة فإن المذيبات القطبية تذيب المركبات الأيونية والجزيئات القطبية ، بينما المذيبات غير القطبية تذيب المركبات غير القطبية. هذه العلاقة يمكن تلخيصها في مقولة أن الأشياء المتشابهة تذيب مع بعضها.

الذوبانية Solubility ،

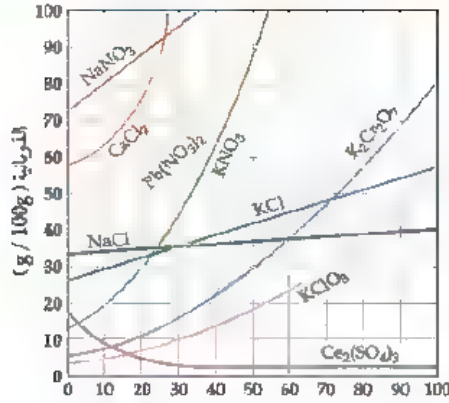
الذوبانية تعنى مدى قابلية المذاب للذوبان في مذيب معين أو قدرة المذيب على إذابة مذاب ما.

لذوبانية : هي كتلة المذاب بالجرام التي تذيب في 100 g من المذيب لتكوين محلول مشبع عند الظروف القياسية.

العوامل التي تؤثر على الذوبانية :

١. طبيعة المذاب والمذيب :

هناك قاعدة أساسية تحكم عملية لذوبان، وهي انشبيه يذيب الشبيه (Like dissolves like) ومعها أن المذيب انقطبي يذيب المذيبات القطبية أو الأيونية كذوبان نترات النيكل (مادة أيونية) في الماء (مذيب قطبي)، أما المذيبات غير القطبية (العضوية) فتذيب المذيبات غير القطبية كذوبان اليود (مادة غير قطبية) في ثنائي كلوروميثان (مذيب عضوي).



▲ شكل (٦) العلاقة بين الذوبانية ودرجة الحرارة

٢ درجة الحرارة :

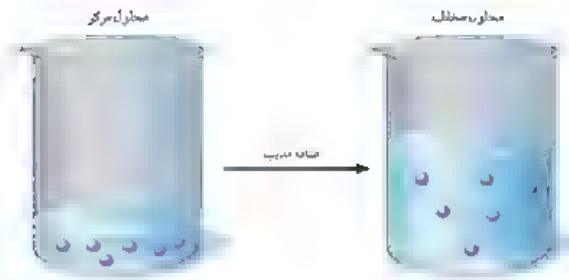
تزداد ذوبانية معظم المواد الصلبة بزيادة درجة حرارة المذيب فعلى سبيل المثال يتضح من المحطد المقابل أن ذوبانية نترات البوتاسيوم تزداد برفع درجة الحرارة فعند درجة 0°C كانت 12 g وعند درجة 52°C أصبحت 100 g ، في حين أن بعض الأملاح يكون تأثير درجة الحرارة على ذوبانيته ضعيف مثل NaCl والبعض الآخر يقل بارتفاع درجة الحرارة.

ويمكن تصنيف المحلول تبعاً لدرجة التشبع إلى :

- **محلول غير مشبع :** هو المحلول الذي يقل فيه المذيب إضافة كمية أخرى من المذاب خلالها عند درجة حرارة معينة
- **محلول مشبع :** هو المحلول الذي يحصى فيه المذيب أقصى كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة.
- **محلول فوق مشبع :** هو المحلول الذي يقبل مزيد من المادة المذابة بعد وصوله إلى حالة التشبع ويمكن الحصول عليه بتسخين المحلول المشبع وإضافة المزيد من المذاب إليه وإذ ترك يبرد ، تنفصل جزيئات المادة لصلبة الزائدة من المحلول المشبع عند التبريد أو عند وضع بللورة صغيرة من المادة الصلبة المذابة في هذا المحلول ، حيث تتجمع المادة الزائدة على هذه البللورة في شكل بللورات.

تركيز المحاليل :

حيث أن المحلول هو مخلوط ؛ لذلك فإن مكوناته لا تكون ذات كميات محددة ، بل يمكن التحكم في كمية المذاب داخل كمية معينة من المذيب مما يؤثر على تركيز المحلول ، لذلك تستخدم عبارة محلول مركز عندما يكون كمية المذاب كبيرة (ليست أكبر من المذيب) ونستخدم عبارة مخفف عندما تكون كمية المذاب قليلة بالنسبة لكمية المذيب. وهناك طرق مختلفة للتعبير عن تركيز المحاليل مثل النسبة المئوية - المولارية - المولالية .



▲ شكل (٧) المحلول المركز والمحلول المخفف

النسبة المئوية :

تحدد طريقة حساب التركيز باستخدام النسبة المئوية تبعًا لطبيعة المذاب والمذيب :

$$\text{النسبة المئوية (حجم - حجم)} = \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100$$

$$\text{النسبة المئوية (كتلة - كتلة)} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100$$

حيث كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

ونظرًا لوجود عدة أنواع من النسب المئوية للمحاليل ، فيجب أن توضح الملصقات التي توضع على المنتجات المختلفة الوحدات التي تعبر عن النسب المئوية مثل ملصقات المواد الغذائية والدواء وغيرها.



▲ شكل (٨) النسبة المئوية بدلالة الكتلة أو الحجم

مثال:

احسب النسب المئوية الكتلية (m/m) للمحلول الناتج من دويون 20g من NaCl في 180g من الماء.

الحل:

$$\begin{aligned} \text{كتلة المحلول} &= 200g + 180 + 20 \\ \text{النسبة المئوية لكتلية (m - m)} &= \frac{\text{كتلة المذاب (g)}}{\text{حجم المحلول (g)}} \times 100\% \\ 10\% &= 100\% \times \frac{20g}{200g} = \end{aligned}$$

المولارية (M) : Molarity

يمكن التعبير عن تركيز المحلول بمصطلح المولارية

المولارية : عدد المولات المذابة في لتر من المحلول

وتقدر بوحدة (mol / L) أو مولر (M)

$$\text{المولارية (M)} = \frac{\text{عدد المولات (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

مثال:

احسب التركيز المولارى لمحلول سكر القصب $C_{12}H_{22}O_{11}$ في الماء إذا علمت أن كتلة السكر المذابة 85.5 g في محلول حجمه 0.5 L (C = 12 ، H = 1 ، O = 16)

الحل:

$$\text{الكتلة المولية لسكر القصب} = 12 \times 12 + 22 \times 1 + 11 \times 16 = 342 \text{ g / mol}$$

$$\text{عدد مولات لسكر} = \frac{\text{كتلة المادة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{85.5 \text{ g}}{342 \text{ g/mol}} = 0.25 \text{ mol}$$

$$\text{التركيز المولارى (M)} = \frac{0.25 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol / L}$$

المولالية (m) : Molality

المولالية : عدد مولات المذاب في كيلوجرام واحد من المذيب

وتقدر بوحدة (mol / kg) وتحسب من العلاقة

$$\text{المولالية m (mol / kg)} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$$

مثال:

احسب لتركيز المولالى لمحلول محضر بإذابة 20 g هيدروكسيد صوديوم في 800 g من الماء علمنا بأن (Na = 23 ، H = 1 ، O = 16)

الحل:

$$\text{الكتلة المولية NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g / mol}$$

$$\text{عدد مولات NaOH} = \frac{20}{40} = 0.5 \text{ mol} \quad \text{التركيز المولالى (m)} = \frac{0.5}{0.8} = 0.625 \text{ mol / kg}$$



الخواص الجمعية (Collective Properties) :

تختلف خواص المذيب النقي عن خواصه عند إذابة مادة صلبة غير متطايرة به في مجموعة من الخواص المترابطة مع بعضها ومنها الضغط البخاري ودرجة الغليان ودرجة لتجمد.

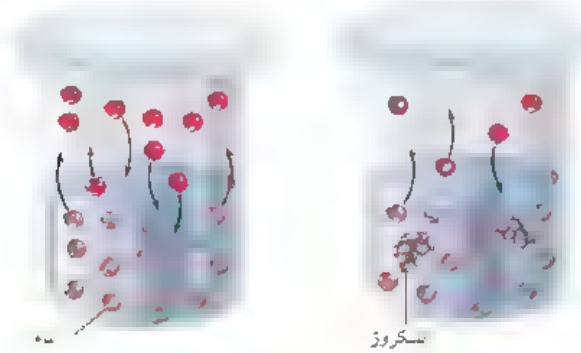
الضغط البخاري Vapour Pressure :

لصعق البخاري : الضغط الذي يؤثر به البخار على سطح السائل عندما يكون البخار في حالة تزان ديناميكي مع السائل داخل إناء مغلق عند درجة حرارة وضغط ثابتين.



يعتمد الضغط البخاري على درجة حرارة السائل ، فكلما زادت درجة الحرارة يزداد معدل التبخر ويزداد الضغط البخاري للسائل وإذا استمرت درجة الحرارة في الارتفاع حتى يصبح الضغط البخاري مساوياً للضغط الجوي فإن السائل يبدأ في الغليان ، وتسمى نقطة الغليان في هذه الحالة نقطة الغليان الطبيعية. ويمكن الاستدلال على نقاء سائل من خلال تطابق درجة غليانه مع درجة الغليان الطبيعية له.

في المذيب النقي تكون جزيئات السطح المعرضة بالكامل لعملية التبخر خاصة بهذا السائل والقوى الوحيدة التي يجب التغلب عليها هي قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها ، أما عند إضافة مذاب يقل الضغط البخاري للمحلول ، لأن بعضاً من جزيئات السطح تصبح جزيئات مذاب مما يقلل من مساحة سطح المذيب المعرضة للتبخير . كما أن قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب تصبح أكبر مما كانت بين جزيئات المذيب وبعضها . ويعتمد الضغط البخاري على عدد جسيمات المذاب وليس على تركيبه أو خواصه.

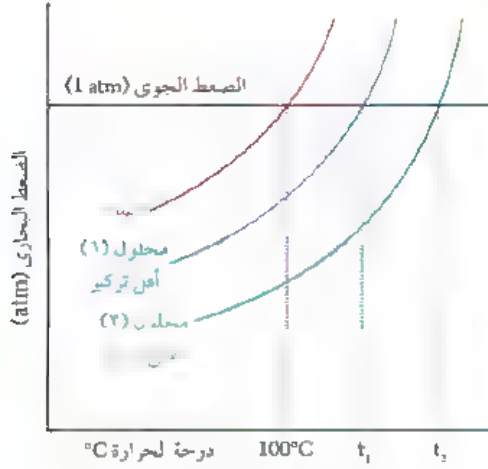


▲ شكل (١٠) الضغط البخاري لمذاب نقي أكبر من الضغط البخاري لمحلول يحتوي على مذاب غير متطاير



درجة الغليان :

درجة الغليان الطبيعية : هي درجة الحرارة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي.



يغلي الماء النقي عند 100°C ولكن الماء المالح ليس كذلك لأن إضافة الملح للماء ترفع من درجة غليان المحلول عن الماء النقي؛ لأن جسيمات الملح تقلل حزيئات الماء التي تهرب من سطح السائل فيقل الضغط البخاري ويحتاج الماء إلى طاقة أكبر، وبالتالي ترتفع درجة الغليان ويتكرر ذلك مع أي مذاب غير متطاير يضاف للمذيب ففي المخطط المقابل تمثل t_1 درجة غليان المحلول (1) بينما t_2 درجة غليان المحلول (2)، فعلى سبيل المثال محلول

0.2 M من ملح الطعام NaCl يحدث به نفس التغيير الذي يحدث لمحلول 0.2 M من نترات البوتاسيوم KNO_3 لأن كل منهما ينتج نفس عدد مولات الأيونات في المحلول ولكن إذا استخدمنا محلول 0.2 M كربونات صوديوم Na_2CO_3 ترتفع درجة الغليان بدرجة أكبر بسبب زيادة عدد مولات الأيونات الناتجة.

درجة غليان المقاسة : درجة الحرارة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الواقع عليه.

درجة التجمد :

إضافة مذاب غير متطاير إلى المذيب يؤثر تأثيراً عكسياً على درجة تجمد المحلول عما يحدث في درجة الغليان.

فعند إضافة مذاب إلى المذيب تنخفض درجة تجمد المذيب عن حالته النقية بسبب التصادب بين المذاب والمذيب الذي يمنع تحول المذيب إلى مادة صلبة؛ لذلك فعند إضافة الملح إلى الطرق الحليدية فإن الماء الموجود على الطرق لن يتجمد بسهولة، مما يمنع انزلاق السيارات ويقلل من الحوادث.

ويتناسب مدى الانخفاض في نقطة التجمد مع عدد جسيمات المذاب الذائبة في المذيب ولا يعتمد على طبيعة كل منهما. فعند إضافة مول واحد (180 g) جلوكوز إلى 1000 g ماء، فإن لمحلول الناتج يتجمد عند -1.86°C ولكن عند إضافة مول واحد (58.5 g) من كلوريد الصوديوم إلى 1000 g ماء، فإن المحلول الناتج يتجمد عند -3.72°C ويعزى ذلك إلى أن مولاً واحداً من NaCl ينتج مولين من الأيونات، ويؤدي ذلك إلى مضاعفة الانخفاض في درجة التجمد.



المختبر
دولي



ما هي درجة تجمد المحلول الذي يحتوي على مول كلوريد الكالسيوم CaCl_2 في 1000 ماء ؟

المعلقات Suspensions

هي مخاليط غير متجانسة إذا تركت لفترة زمنية قصيرة تترسب دقائق المادة المكونة منها في قاع الإناء بدون رج ويمكن رؤية دقائقها بالعين المجردة أو بالمجهر. فإذا وصعت مادة صلبة مثل الرمل أو مسحوق الطباشير في الماء ورج المحلول وترك لفترة فإنها تترسب، والمعلق يختلف عن المحلول وقطر كل دقيقة من دقائق المعلق أكبر من 1000 نانومتر. يمكن التعرف بوضوح على مادتين على الأقل من المعلق كما هو الحال في مثال الطباشير أو الرمل والماء ويمكن فصلهم بترشيح الخليط، حيث تحتجز ورقة الترشيح دقائق الطباشير المعلقة، في حين يمر الماء الصافي من خلال ورقة الترشيح.

الغرويات Colloids

هي مخاليط غير متجانسة (متجانسة ظاهرياً) تحتوي على دقائق يتراوح قطر كل دقيقة منها ما بين قطر دقيقة المحلول الحقيقي وقطر دقيقة المعلق، أي تتراوح ما بين (1 : 1000 nm). المادة التي تكون الدقائق الغروية تسمى بالصنف المنتشر، حين يطلق على الوسط الذي توجد فيه الدقائق الغروية بوسط الانتشار ويمكن التمييز بين المحلول والغروي باستخدام الضوء حيث يشتت الغروي الضوء، بما يعرف بظاهرة تداون. والشكل الثاني يوضح أمثلة لبعض لغرويات :

المختبر
دولي

لماذا لا يوجد نظام غروي عار في غاز؟



▲ شكل (١١) أمثلة لبعض الغرويات



الجدول التالي يوضح بعض الأنظمة الغروية التي تتحدد بناء على طبيعة كل من الصنف المنتشر ووسط الانتشار وبعض التطبيقات الحياتية لها :

الاستخدامات الحياتية للغرويات	النظام	
	وسط الانتشار	الصنف المنتشر
بعض أنواع الكريمة وريال ايس كريم المخموق	سائل	عاز
بعض الحلوى المصنوعة من سكر وهلام	صلب	غاز
مستحلب الزيت والحل - اللبن والمايونيز	سائل	سائل
ضباب الأيروسولات	غاز	سائل
حبل الشعر	صلب	سائل
العدس أو الراب في الهواء	غاز	صلب
الدهانات والدم والنشا في الماء	سائل	صلب

▲ جدول (٢) الأنظمة الغروية

تختلف خواص الغرويات عن المحاليل الحقيقية والمعلقات ، فالكثير منها عند تركيزها يأخذ شكل الحليب أو المسحب ، ولكنها تبدو راتقة صافية أو غائبة ما تكون كذلك عند تخفيفه تخفيفاً شديداً . ودقائقها لا يمكن حجزها بواسطة ورق الترشيح ، وإذا تركت فترة بدون رج فإنها لا تترسب في قاع المحلول .

طرق تحضير الغرويات :

من أكثر الطرق المعروفة لتحضير الغرويات طريقة الانتشار وطريقة التكتيف :

- طريقة الانتشار : حيث تقطت المادة إلى أجزاء صغيرة حتى يصل حجمها إلى حجم جزيئات الغروي ثم تضاف إلى وسط الانتشار مع التقليب (النشا في الماء).
- طريقة التكتيف : حيث يتم تجميع الجزيئات الصغيرة إلى جسيمات أكبر مناسبة وذلك عن طريق بعض العمليات مثل الأكسدة أو الاختزال أو التحلل المائي.



الفصل الثاني: الأحماض والقواعد

Acids and Bases

ما المقصود بكل من الحمض والقاعدة ؟

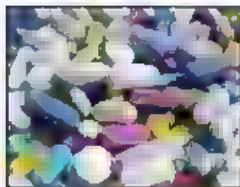
تمثل الأحماض والقواعد جزءاً كبيراً من حياة الإنسان، فعلى سبيل المثال الخبز الذي يستخدم في بعض الأطعمة وعمليات التظيف هو محلول حمضي تم اكتشافه قديماً والآن تدخل الأحماض في كثير من الصناعات الكيميائية مثل الأسمدة والمتنجات والأدوية والبلاستيك وبطاريات السيارات ...

والقواعد كذلك لها العديد من الاستخدامات في المنزل والصناعات الكيميائية مثل الصابون والمنظفات الصناعية والأدوية والأصباغ .

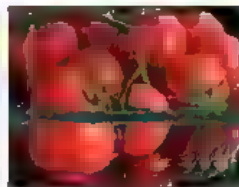
نواتج التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

- يشرح المقصود بكل من الحمض والقاعدة وتصنيفهما
- يقرر بين نظريتين مختلفتين تعريف الحمض والقاعدة
- يعبر عن الأحماض والقواعد باستخدام الأسماء المختلفة
- يشرح معنى الأس الهيدروجيني وسحده مانه
- يعرف طرق تكوين الأملاح ويشرح الأس الهيدروجيني لمحاليلها
- يسمي الأملاح عن طريق شقيها



أقراص الدواء منها حمض ومنه قاعدة



الطماطم حمض



الليمون حمض



منظف صناعي قاعدة



الجدول التالي يوضح بعض المنتجات الطبيعية والصناعية والأحماض أو القواعد الداخلة في تركيبها أو تحضيرها

المنتج	الحمض أو القاعدة الداخلة في تركيبها أو تحضيرها
الببتات احماضية (الليمون ، البرتقال ، الطماطم)	حمض لستريك - حمض لاسكوريك
منتجات الألبان (الجبن ، الزبادي)	حمض اللاكتيك
المشروبات الغازية	حمض الكربونيك - حمض الفوسفوريك
الصابون	هيدروكسيد الصوديوم
صودا الخبيز	بيكربونات الصوديوم
صودا الغسيل	كربونات الصوديوم المتهدرة

▲ جدول (٣) استخدامات الأحماض والقواعد

● **الحمض** : هو مركب ذو طعم لاذع يُغير لون صبغة عباد الشمس إلى اللون الأحمر بتفاعل مع الفلزات النشطة ويتفاعل مع الهيدروكسيدات

$$\text{Zn}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow \text{ZnCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$$

ويتفاعل مع أملاح الكربونات أو البيكربونات ويحدث فوران ويتفاعل مع ثاني أكسيد الكربون

$$\text{Na}_2\text{CO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$$

ويتفاعل مع القواعد ويعطي ملحًا وماء.

● **القاعدة** : هي مركب ذو طعم قابض لها ملمس صابوني يُغير لون صبغة عباد الشمس إلى الأزرق ، وتفاعل مع الأحماض وتعطي ملحًا وماء

الخواص الظاهرية لكل من الحمض والقاعدة تقودنا إلى تعريف تجريبي أو تنفيذي لكن منهما ولكن يجب أن نأخذ في الاعتبار أن التعريف التجريبي يقوم على الملاحظة ولا يصف أو يفسر الخواص غير المرئية التي أتت بهذا السلوك والتعريف الأكثر شمولاً والذي يعطي العلماء فرصة لنتبؤ بسلوك هذه المواد يأتي من خلال الدراسات والتجارب والتي وضعت في صورة نظريات.

النظريات التي وضعت لتعريف الحمض والقاعدة

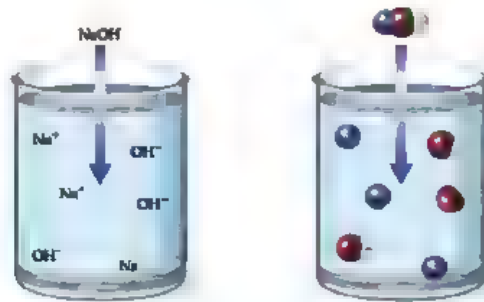
نظرية أرهينيوس : The Arrhenius Theory

التوصيل الكهربائي للمحاليل المائية للأحماض والقواعد يثبت وجود أيونات فيها فعند دوان كلوريد الهيدروجين في الماء فإنه يتأين إلى أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد.





كذلك عند ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء فإنه يتفكك مكوناً أيونات صوديوم وأيونات هيدروكسيد.



▲ نكل (١١) محلول هيدروكسيد الصوديوم في الماء

وعملية تفكك الأحماض والقواعد في الماء لها أنماط مختلفة ، وكن أول من لاحظ ذلك في أواخر القرن التاسع عشر هو العالم السويدي أرهينيوس .



في عام ١٨٨٧م أعلن أرهينيوس نظريته التي تفسر طبيعة الأحماض والقواعد والتي تنص على :

✓ لحمض : هو لمادة التي تتفكك في الماء وتعطي أيوناً أو أكثر من أيونات الهيدروجين H^+

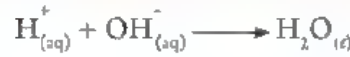
✓ لقاعدة : هي لمادة التي تتفكك في الماء وتعطي أيوناً أو أكثر من أيونات هيدروكسيد OH^-

ومن خلال هذه النظرية نلاحظ أن الأحماض تعمل على زيادة تركيز أيونات الهيدروجين الموجبة H^+ في المحاليل المائية. وهذا يتطلب أن يحتوي حمض أرهينيوس على الهيدروجين كمصدر لأيونات الهيدروجين كما يتضح من معادلات تفكك الأحماض. ومن ناحية أخرى فإن القاعدة تعمل على زيادة تركيز أيونات الهيدروكسيد في المحاليل المائية ، وبالتالي فإن قاعدة أرهينيوس لا بد أن تحتوي على مجموعة الهيدروكسيد OH^- كما يتضح من معادلات تفكك القواعد، وتساعد نظرية أرهينيوس في تفسير ما يحدث عند تعديل الحمض والقاعدة لتكوين مركب أيوني وماء ، كما بالمعادلة التالية :





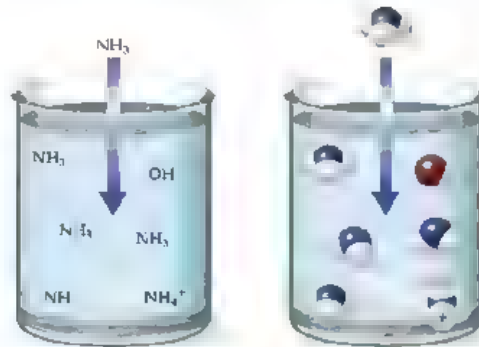
والمعادنة الأيونية المعبرة عن هذا التفاعل تبعاً لمظنية أرهينيوس هي:



وبالتالي يكون الماء ناتجاً أساسياً عند تعادل الحمض مع القاعدة.

ملاحظات على نظرية أرهينيوس :

- ❖ ثنائي أكسيد الكربون وبعض المركبات الأخرى تعدل محاليل حامضية في الماء، رغم أنها لا تحتوي على أيون H^+ في تركيبها، وهذا يتعارض مع نظرية أرهينيوس.
- ❖ النشادر (الأمونيا) وبعض المركبات الأخرى تعطي محاليل قاعدية في الماء رغم أنها لا تحتوي على أيون الهيدروكسيد في تركيبها، كما أنها تتعادل مع الأحماض وهذا لا ينطبق مع نظرية أرهينيوس.



▲ شكل (١٢) محلول النشادر في الماء

نظرية برونشتد - لوري The Brønsted - Lowry Theory :

في عام ١٩٢٣م وضع الدنماركي جونز برونشتد Johannes Brønsted والإنجليزي توماس لوري Thomas Lowry نظريتهما عن الحمض والقاعدة.

- ✓ الحمض : هو المادة التي تفقد البروتون H^+ (مانع للبروتون).
- ✓ القاعدة : هي لمادة لتي لها القابلية لاستقبال البروتون (مستقبلة للبروتون).

ومن التعريف نلاحظ أن حمض برونشتد - لوري يشبه حمض أرهينيوس في احتوائه على الهيدروجين في تركيبه، بينما أي أيون سالب ماعدا أيون الهيدروكسيد يعتبر قاعدة برونشتد - لوري وبالتالي يكون اتحاد الحمض والقاعدة هو أن مادة تعطي البروتون والأخرى تستقبل هذا البروتون أي أن التفاعل هو انتقال للبروتون من الحمض إلى القاعدة.





تصنيف الأحماض والقواعد Classification of Acids and Bases

أولاً : الأحماض :

يمكن تصنيف الأحماض وفق بعض الأسس كما يلي .

١ . تبعاً لدرجة تأينها في المحلول تنقسم إلى :

❖ أحماض قوية **Strong Acids** : هي الأحماض تامة التأين ، أي أن جميع جزيئاتها تتأين في المحلول إلى أيونات ومحاليلها توصل التيار الكهربى بدرجة كبيرة نسبياً بسبب احتوائها على كمية كبيرة من الأيونات ؛ لذلك تعتبر إلكتروليات قوية مثل .

حمض الهيدروبروديك HI - حمض البيروكلوريك HClO_4 - حمض الهيدروكلوريك HCl - حمض الكبريتيك H_2SO_4 - حمض النيتريك HNO_3

❖ أحماض ضعيفة **Weak Acids** : هي الأحماض غير تامة التأين بمعنى أن جزءاً ضئيلاً من الجزيئات يتفكك إلى أيونات وتوصل التيار الكهربى بدرجة ضعيفة ؛ لذلك تعتبر إلكتروليات ضعيفة .

مثل حمض الأسيتيك (الحل) CH_3COOH الذى يتأين فى الماء إلى أيون هيدرونيوم وأنيون الأسيتات



ملاحظة

لا توجد علاقة بين قوة الحمض وعدد ذرات الهيدروجين فى تركيبه الجزيئى فحمض الفوسفوريك H_3PO_4 يحتوى اسجريء منه على ثلاث ذرات هيدروجين ، ومع ذلك هو حمض أضعف من حمض النيتريك HNO_3 الذى يحتوى على ذرة هيدروجين واحدة .



▲ شكل (١٣) الحمض القوي يوصل التيار الكهربى بدرجة أكبر من الحمض الضعيف



٢. تبعًا لمصدرها تنقسم إلى :

❖ أحماض عضوية **Organic acids** : وهي الأحماض التي لها أصل عضوي (نبات - حيوان) وتستخلص من أعضاء الكائنات الحية ، وهي أحماض ضعيفة مثل : حمض الفورميك - حمض الأسيتيك - حمض اللاكتيك - حمض الستريك - حمض الأكساليك

❖ أحماض معدنية **Mineral acids** : وهي تلك الأحماض التي يدخل في تركيبها عناصر لافلزية غالبًا مثل الكلور والكبريت والنتروجين والفوسفور وغيرها وليست من أصل عضوي مثل : حمض الهيدروكلوريك HCl - حمض الفوسفوريك H_3PO_4 - حمض البيروكلوريك $HClO_4$ - حمض الكربونيك H_2CO_3 - حمض النيتريك HNO_3 - حمض الكبريتيك H_2SO_4



▲ شكل (١٦) حمض الكربونيك في المياه الغازية



▲ شكل (١٥) حمض اللاكتيك في اللبن ومنتجاته



▲ شكل (١٤) حمض الستريك في الليمون

٣. تبعًا لعدد ذرات الهيدروجين البدول التي يتفاعل عن طريقها الحمض والتي تعرف بقاعدية الحمض :

❖ أحادية البروتون (أحادية القاعدية **Monobasic acids**) :

يعطى الجزيء منها عند ذوبانه في الماء بروتونًا واحدًا.

حمض الأسيتيك CH_3COOH

حمض الهيدروكلوريك HCl

حمض الفورميك $HCOOH$

حمض النيتريك HNO_3

❖ ثنائية البروتون (ثنائية القاعدية **Dibasic acids**) :

يعطى الجزيء منها عند ذوبانه في الماء بروتونًا واحدًا أو اثنين.

حمض الأكساليك
 $\begin{array}{c} COOH \\ | \\ COOH \end{array}$

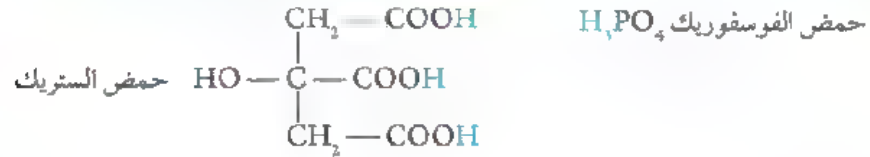
حمض الكبريتيك H_2SO_4

حمض الكربونيك H_2CO_3



● ثلاثية البروتون (ثلاثية القاعدية Tribasic acids) :

يعطى الجزيء منها عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً أو اثنين أو ثلاث بروتونات.



ثانياً : القواعد :

يمكن تصنيف القواعد وفق بعض الأسس كما يلي :

١. تبعاً لدرجة تمككها في المحلول كما يلي :

● قواعد قوية **Strong Bases** ، هي قواعد تامة التأين ، وتعتبر إلكترونيات قوية كما في الأحماض ، مثل

هيدروكسيد البوتاسيوم KOH ، هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ ، هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$

● قواعد ضعيفة **Weak Bases** : هي قواعد غير تامة التأين ، وتعتبر إلكترونيات ضعيفة مثل هيدروكسيد

الأمونيوم NH_4OH

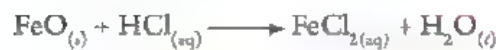


▲ شكل (١٧) القاعدة القوية توصل التيار الكهربى بدرجة أكبر من القاعدة الضعيفة

٢. تبعاً لتركيبها الحزيتى :

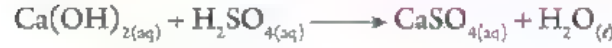
بعض المواد تتفاعل مع الحمض وتعطى ملح وماء لذا تعتبر قواعد مثل :

● أكاسيد الفلزات **Metal Oxides** ، مثل $MgO - FeO$

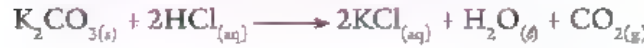




❖ هيدروكسيدات الفلزات **Metal Hydroxides** : مثل $\text{NaOH} - \text{Ca(OH)}_2$



❖ كربونات أو بيكربونات الفلزات (**Metal Carbonates (or Bicarbonates)**)



القواعد التي تذوب في الماء تسمى قلويات **Alkalis** ويمكن تعريفها على أنها المواد التي تذوب في الماء وتعطي أيون الهيدروكسيد OH^- أي أن القلويات هي جزء من القواعد ؛ ولذلك يمكننا القول : أن كل القلويات قواعد وليس كل القواعد قلويات.

الكشف عن الأحماض والقواعد

توجد عدة طرق للتعرف على نوع المحلول ما إذا كان حمضيًا أو قلويًا أو متعادلاً ، حيث يمكن استخدام الأدلة (الكواشف) أو مقياس الرقم الهيدروجيني pH .

أولاً : الأدلة (الكواشف) Indicators :

هي عبارة عن أحماض أو قواعد ضعيفة يتغير لونها بتغير نوع المحلول ، والسبب في ذلك هو اختلاف لون الدليل المتأين عن لون الدليل غير المتأين ، وتستخدم الكواشف في التعرف على نوع المحلول وأثناء عملية المعايرة بين الحمض والقاعدة ، والجدول التالي يوضح أمثلة لبعض الأدلة ولونها في الأوساط المختلفة :

اسم الدليل	في الوسط الحمضي	في الوسط القاعدي	في الوسط المتعادل
ميثيل برتقالي	أحمر	أصفر	برتقالي
بروموثيمول الأزرق	أصفر	أزرق	أخضر
فيوفثالين	عديم اللون	أحمر وردي	عديم اللون
عناد الشمس	أحمر	أزرق	بنفسجي

▲ جدول (1) أمثلة لبعض الكواشف ولونها في الوسط الحمضي و القاعدي والمتعادل

ملاحظة هامة

تعتبر لدغة لسن والتحلل حمضية التأثير ويمكن علاجها باستخدام محلول بيكربونات الصوديوم ، أما لدغة دبور وقنديل اسحر فهي قلوية ويمكن علاجها باستخدام الحن .



ثانياً : الرقم الهيدروجيني pH :

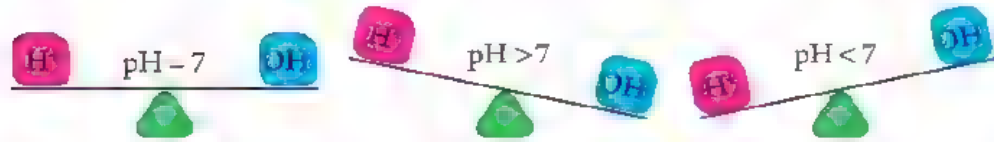
هو أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل بأرقام من 0 إلى 14 . وقد يستخدم لذلك جهاز رقمي أو شريط ورقي.

جميع المحاليل لمائية تحتوي على أيوني H^+ و OH^- وتعتمد قيمة pH على تركيز كل منهما :

❖ إذا كان تركيز $OH^- < H^+$ يكون المحلول حمضي وتكون قيمة pH أقل من 7 .

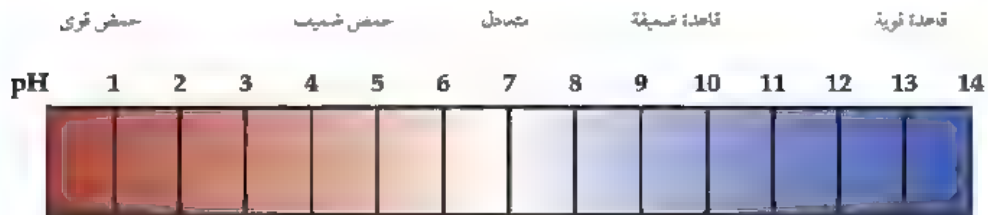
❖ إذا كان تركيز $OH^- > H^+$ يكون المحلول قاعدي وتكون قيمة pH أكبر من 7 .

❖ إذا كان تركيز $OH^- = H^+$ يكون المحلول متعادل وتكون قيمة pH = 7 .



▲ شكل (١٨) العلاقة بين تركيز أيون H^+ وقيمة pH للمحلول

ويعتبر الخل وعصير الليمون وعصير الطماطم من المواد الحمضية في حين يعتبر بياض البيض وصودا اسبيز والمطعمات مواد قاعدية



▲ شكل (١٩) مقياس الرقم الهيدروجيني

الأملاح Salts

طرق تكوين الأملاح :

تعتبر الأملاح أحد أنواع المركبات المهمة في حياتنا ، وتوجد بكثرة في القشرة الأرضية ، كما توجد ذائبة في ماء البحر أو مترسبة في قاعه ، ولكن يمكن تحضير الأملاح معملياً بإحدى الطرق التالية :

❖ تفاعل الفلزات مع الأحماض المخففة : الفلزات التي تسبق الهيدروجين في متسلسلة النشاط الكيميائي تحل محلها في محاليل الأحماض المخففة ويتصاعد الهيدروجين الذي يشتعل بفرقة عند تقريب شظية مشتعلة إليه ويبقى الملح ذائبا في الماء.



فلز (نشط) + حمض $\xrightarrow{\text{معتدل}}$ ملح الحمض + هيدروجين أ



ويمكن فصل الملح الناتج بتسخين المحلول فيتبخر الماء ويتبقى الملح

❖ تفاعل أكاسيد الفلزات مع الأحماض : وتستخدم هذه الطريقة عادة في حالة صعوبة تفاعل الفلز مع

الحمض مباشرة سواء بسبب خطورة التفاعل أو لقلّة نشاط العنصر عن الهيدروجين

أكسيد فلز + حمض $\xrightarrow{\text{معتدل}}$ ملح الحمض + ماء



❖ تفاعل هيدروكسيد الفلز مع الحمض : وتصلح هذه الطريقة في حالة هيدروكسيدات الفلزات القابلة

لذوبان في الماء ، والتي تعتبر من القلويات .

حمض + قلوي $\xrightarrow{\text{معتدل}}$ ملح الحمض + ماء



تعميق المعرفة



لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة
ببنك المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل

وتعرف تفاعلات الأحماض مع القلويات بتفاعلات التعادل **Neutralization** وتستخدم تفاعلات

التعادل في التحليل الكيميائي لتقدير تركيز حمض أو قلوي مجهول التركيز يستخدم قلوي أو حمض

معلوم التركيز في وجود كشف (دليل) مناسب ، ويحدث التعادل عندما تكون كمية الحمض مكافئة

تماماً لكمية القلوي .

❖ تفاعل كربونات أو بيكربونات الفلز مع معظم الأحماض : وهي أملاح حمض الكربونيك وهو غير ثابت

(درجة عليا منخفضة) يمكن لأي حمض آخر أكثر ثباتاً منه أن يطرده من أملاحه ويحل محله ويتكون

ملح الحمض الجديد وماء ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون ويستخدم هذا التفاعل في اختبار الحامضية .





تسمية الأملاح : Nomenclature of Salts

يتكون الملح عند ارتباط الأيون السالب للحمض (الأيون X^-) مع الأيون الموجب للقاعدة (الكاتيون M^+) ليشكل الملح (MX) لذلك فإن الاسم الكيميائي للملح يتكون من مقطعين فنقول مثلاً كلوريد صوديوم أو نترات بوتاسيوم وهكذا ... فالمقطع الأول يدل على الأيون السالب للحمض (الأيون) والذي يطلق عليه الشق الحمضي للملح. بينما المقطع الثاني يدل على الأيون الموجب للقاعدة (الكاتيون) والذي يطلق عليه الشق القاعدي للملح. فعند اتحاد حمض النيتريك (HNO_3) مع هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) فإن الملح الناتج يسمى نترات بوتاسيوم (KNO_3)



وتتوقف الصيغة الكيميائية للملح الناتج على تكافؤ كل من الأنيون والكاتيون والجدول التالي يوضح أمثلة لبعض الأملاح وصيغتها والأحماض التي حضرت منها.

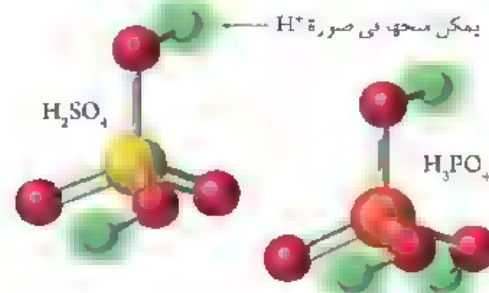
حمض	الشق الحمضي (الأيون)	أمثلة لبعض أملاح الحمض
النيتريك HNO_3	نترات $(NO_3)^-$	نترات بوتاسيوم KNO_3 - نترات رصاص $Pb(NO_3)_2$ نترات حديد III $Fe(NO_3)_3$
الهيدروكلوريك HCl	كلوريد Cl^-	كلوريد صوديوم $NaCl$ - كلوريد ماغنسيوم $MgCl_2$ كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$
الأسيتيك (الخبثيك) CH_3COOH	أسيئات (خلات) $(CH_3COO)^-$	أسيئات بوتاسيوم CH_3COOK - أسيئات نحاس II $(CH_3COO)_2Cu$ أسيئات حديد III $(CH_3COO)_3Fe$
الكبريتيك H_2SO_4	كبريتات $(SO_4)^{2-}$ بيكبريتات $(HSO_4)^-$	كبريتات صوديوم Na_2SO_4 - كبريتات نحاس $CuSO_4$ بيكبريتات صوديوم $NaHSO_4$ - بيكبريتات الرصاص $Pb(HSO_4)_2$
الكربونيك H_2CO_3	كربونات $(CO_3)^{2-}$ بيكربونات $(HCO_3)^-$	كربونات صوديوم Na_2CO_3 - كربونات كالسيوم $CaCO_3$ بيكربونات صوديوم $NaHCO_3$ - بيكربونات ماغنسيوم $Mg(HCO_3)_2$

▲ جدول (٥) أمثلة لأحماض وبعض أملاحها



من الجدول السابق يمكن ملاحظة ما يلي :

- بعض الأحماض لها نوعان من الأملاح مثل حمض الكبريتيك وحمض الكربونيك ويرجع ذلك لعدد ذرات الهيدروجين لبدول في جزيء الحمض وهناك أحماض لها ثلاثة أملاح مثل حمض الفوسفوريك H_3PO_4 .
- المنح الذي يحتوي هيدروجين في الشق الحمضي له إما أن يسمى بإضافة (**بي** Bi) أو بإضافة كلمة هيدروجينية مثل بيكبريتات HSO_4 أو كبريتات هيدروجينية



▲ شكل (٢٠) أحماض متعددة الأملاح

- تدل الأرقام II أو III على تكافؤ الفلز المرتبط بالشق الحمضي وتكتب في حالة الفلزات التي لها أكثر من تكافؤ.
- في حالة أملاح الأحماض العضوية مثل أسيتات البوتاسيوم $CH_3COO^-K^+$ يكتب الشق الحمضي في الرمز إلى اليسار والقاعدى إلى اليمين.

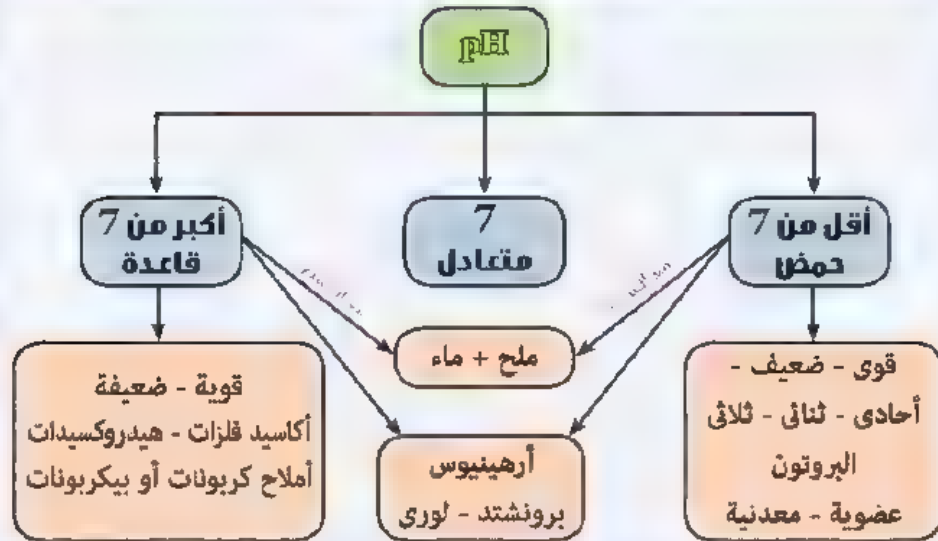
المحاليل المائية للأملاح Salt Solutions

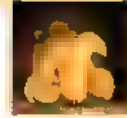
وتختلف المحاليل المائية للأملاح في خواصها ، فمنها ما يكون حمضيًا ($pH < 7$) عندما يكون الحمض قويًا والقاعدة ضعيفة مثل محلول NH_4Cl ، ومنها ما يكون قاعدي ($pH > 7$) عندما يكون الحمض ضعيفًا والقاعدة قوية مثل محلول Na_2CO_3 ، ومنها ما هو متعادل ($pH = 7$) عندما يتساوى كل من الحمض والقاعدة في لقوة مثل محلول $NaCl$ و CH_3COONH_4 .

المصطلحات الأساسية في الباب الثالث

- ✧ المحلول : مخلوط متجانس من مادتين أو أكثر .
- ✧ الذوبانية : هي كتلة المذاب بالجرام التي تذيب في 100 g من المذيب لتكوين محلول مشبع عند الظروف القياسية.
- ✧ الفرويات : هي محاليل غير متجانسة لا تترسب دقائقها ويصعب فصل دقائقها بالترشيح
- ✧ حمض أرهينوس : هو المادة التي تتفكك في الماء وتعطي أيون أو أكثر من أيونات الهيدروجين
- ✧ قاعدة أرهينوس : هي المادة التي تتفكك في الماء وتعطي أيون أو أكثر من أيونات الهيدروكسيد.
- ✧ حمض برونشتد - لوري : هو المادة التي تفقد البروتون H^+ (مانح للبروتون) .
- ✧ قاعدة برونشتد - لوري : هي المادة التي لها القابلية لاستقبال البروتون (مستقبل البروتون) .
- ✧ الحمض المرافق : هو المادة الناتجة عندما تكسب القاعدة بروتون .
- ✧ القاعدة المرافقة : هو المادة الناتجة عندما يفقد الحمض بروتوناً .
- ✧ حمض لويس : هو المادة التي تستقبل زوج أو أكثر من الإلكترونات.
- ✧ قاعدة لويس : هي المادة التي تمنح زوج أو أكثر من الإلكترونات.
- ✧ الأدلة (الكواشف) : أحماض أو قواعد ضعيفة يتغير لونها بتغير لون المحلول.
- ✧ الرقم الهيدروجيني (pH) : أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل بأرقام من صفر إلى 14.

مخطط تصنيف الباب الثالث





أنشطة وأسئلة الباب الثالث

الفصل الأول : المحاليل والغرويات

نشاط معمل : المحاليل الإلكتروليتية واللاإلكتروليتية

خطوات إجراء النشاط :

بالتعاون مع اثنين من زملائك قم بتنفيذ اجراءات النشاط التالى ثم قارن بين نتائجك مع باقى المجموعات بالفصل.

• ضع كمية من الماء فى الكأس الزجاجية حوالى 200 mL .

• كون دائرة كهربية من مصباح وبطارية وأسلاك توصيل ، ثم صل طرفيها بعمودى لجرافيت.

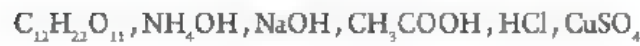
• اغمس عمودى الجرافيت داخل الماء فى الكأس الزجاجية دون تلامسها. ماذا تلاحظ على المصباح ؟

الملاحظة :

• ضع قليلاً من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) فى الماء وقبهِ جيداً. ماذا تلاحظ على المصباح ؟

الملاحظة :

استبدل المحلول فى الكأس بمحاليل أخرى لكل من :

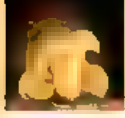


ثم دون نتائجك فى جدول من إعدادك.

الاستنتاج :

التفسير :





نشاط معملی : تحضير محاليل ذات تركيزات مختلفة

خطوات إجراء النشاط :

- ❖ إذا علمت أن الكتل الذرية لكل من O ، C ، Na هي على الترتيب 16 ، 12 ، 23 . فاحسب الكتلة المولية لكاربونات الصوديوم .
الكتلة المولية =

كتلة 0.2 مول من كاربونات الصوديوم =

- ❖ استخدم الميزان في تناول 0.2 مول من كاربونات لـصوديوم وضعها في الدورق .

- ❖ باستخدام المخبر المدرج ضع 50 mL من الماء على المصع داخل الدورق برفق ثم استخدم الساق الزجاجية في التقليب .

- ❖ أكمل المحلول إلى 200 mL واستمر في عملية التقليب حتى تمام ذوبان كاربونات الصوديوم .

- ❖ استخدم العلاقة التالية في حساب تركيز المحلول :

$$\text{التركيز المولاري} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$

التركيز المولاري =

- ❖ اتبع الخطوات السابقة في تحضير محاليل مختلفة التركيز من كاربونات الصوديوم .

- ❖ استبدل كاربونات الصوديوم بـكبريتات النحاس المتهدنة . ما التغيير الذي يمكن حدوثه للحصول على محلول 1 M .

- ❖ كرر العمل السابق مع مواد أخرى مثل هيدروكسيد الصوديوم - كلوريد الصوديوم - سكر القصب .

- ❖ دون النتائج التي توصل إليها في جدول يتضمن المادة كتلتها - عدد مولاتها - حجم المحلول - التركيز .



الاحتياطات



الاحتياطات

- ❑ تحضير محاليل ذات تركيزات مختلفة عملياً

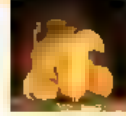
الاحتياطات

- ❑ استخدام أدوات المعمل - الملاحظة - تسجيل نتائج العمل

الاحتياطات

- ❑ محلول مدرج - 3 دورق عيارى سعة 200 mL ، 250 mL ، 400 mL - ميزان - ماء مقطر - ملح كاربونات صوديوم - هيدروكسيد صوديوم - كبريتات نحاس متهدنة - كلوريد صوديوم - سكر قصب (سكرور) - ساق زجاجي لتقليب





نشاط معملی : المقارنة بين أنواع المحاليل

خطوات إجراء النشاط :

- ❶ رقم الكؤوس لثلاث من ١ إلى ٣ .
- ❷ ضع 3 g ملح طعام في الكأس الأولى ، ثم أضف إليها ماء مقطر مع التقليب حتى يصل حجم المحلول إلى 100 mL .
- ❸ كرر نفس العمل مع كل من اللين المجفف - مسحوق الطباشير .
- ❹ انظر إلى كل مخلوط بالعين المجردة ولاحظ هل يمكنك التمييز بين مكوناته ؟
- ❺ خذ قطرة من كل مخلوط وضعها على شريحة زجاجية وافحصها تحت الميكرومكوب . ماذا تلاحظ على حجم دقائق كل مخلوط .
- ❻ ضع القمع الزجاجي فوق الدورق المخروطي وضع بداخله ورقة ترشيح ، ثم صب محلول الملح داخل ورقة الترشيح . هل يمكن فصل الملح عن الماء بهذه الطريقة ؟
- ❼ كرر العمل السابق مع كل من المخلوطين الآخرين ثم دون ملاحظاتك واستنتاجك .

الملاحظة :

الاستنتاج :

- ❶ قارن بين المحلول (محلول الملح) والمعلق (مخلوط الطباشير والماء) والغروي (مخلوط اللين والماء) في جدول من إعدادك يتضمن البيانات التالية : التجانس - حجم الدقائق - إمكانية فصل مكوناته .



السلامة والأمان



التحضير المسبق

❑ استشير معي معلم المختبر

المواد والأدوات المستخدمة

❑ استخدام اللين - مسحوق الملح - ملاحظة الاستنتاج

الخطوات والأدوات المستخدمة

❑ ثلاث كؤوس زجاجية سعة كل منها 200 mL - ماء مقطر - ملح طعام (كلوريد الصوديوم) - لين مجفف - مسحوق طباشير - كشافة شوتس - ميكروسكوب - ورق ترشيح - قمع زجاجي - دورق مخروطي - شرائح زجاجية - ساق للتقليب

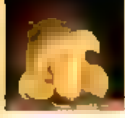


لين مجفف



لتر من ماء مقطر





نشاط معمل : تحضير بعض الفرويات البسيطة



خطوات إجراء النشاط :

أولاً : تحضير النشا :

• صغ 50 g من النشا في قليل من الماء البارد في الكأس الأول ،
رج الكأس جيداً حتى تتكون عجينة سائلة .

• ضع 100 mL من الماء المقطر في الكأس الثانية ، ثم أضف
العجينة السائلة إلى الماء مع التسخين التدريجي والتقليب . لاحظ
ما يحدث .

الملاحظة :

ثانياً : تحضير الدهانات :

• صغ 50 mL من محلول نترات الرصاص 1 M في كأس زجاجية
سعة 500 mL ، وأضف إليه مع التقليب الشديد حجمًا مماثلًا
من محلول كرومات البوتاسيوم .

• لاحظ لون الراسب المتكون من كرومات الرصاص .

الملاحظة :

• اغسل الراسب الناتج بالماء المقطر بطريقة الترويق ، وكرر الغسيل
عدة مرات .

• انقل الراسب إلى جفنة بخير ، وتخلص من الرطوبة الزائدة بلطف
بالتسخين الهادئ المطوع .

• بعد تجفيف كرومات الرصاص ضعه في هاون ، واستخدم يد
الهدون في طحنها حتى تتحول إلى مسحوق ناعم .

الاحتياطات



الهدف من النشاط

- تحضير بعض الفرويات البسيطة .
- تحضير أحد أنواع الدهانات (الملاصق)
كمثال للنظمية الفروية .

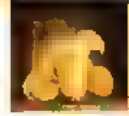
المواد والمعدات

- استخدام أدوات المعمل - الملاحظة -
- السلامة

المواد والمعدات

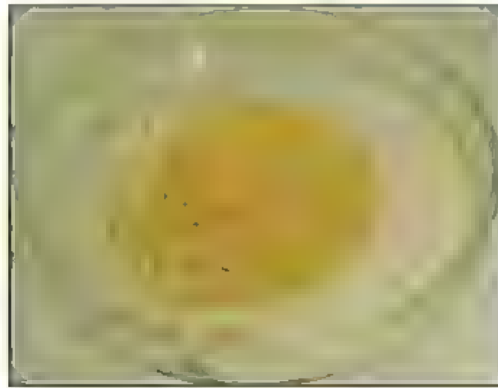
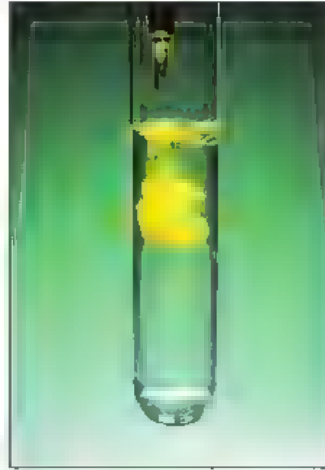
- 50 g من النشا - كأس زجاجية سعة 500 mL - ماء مقطر - هاون -
- صالح زجاجية
- كأس زجاجية - أمونة اختبار - سحار
- 50 mL من محلول نترات الرصاص 1 M - محلول كرومات البوتاسيوم 1 M - زيت بذر كتان خام -
- جفنة تجفيف هاون - يد هاون - فرماسة
- لمصاة الدهان - قطعة من الخشب .





❶ أضف زيت بذرة كتان خام إلى ملح كرومات الرصاص المصحون في الدهون ، ثم اطحن المكونات (اكتفى بإضافة ما يلزم فقط من الزيت للحصول على دهان يسهل طلاؤه بالفرشاة). هل نتائج محلول أم غروي؟

❷ قم بطلاء قطعة من الخشب ببطقة من دهان كرومات الرصاص التي قمت بتحضيرها ، واتركها تجف في الهواء.





أسئلة تقييمية

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة

- ① الهواء الجوى يمثل محلولاً غارياً من النوع
 - أ. غاز في غاز
 - ب. غاز في سائل
 - ج. سائل في غاز
 - د. صلب في غاز
- ② الماء مذيب قطبي بسبب فرق السالية بين الأكسجين والهيدروجين والزاوية بين الروابط والتي قيمتها

حوالى

 - أ 104.5°
 - ب 105.4°
 - ج 90°
 - د 140.5°
- ③ من أمثلة الإلكتروليتات القوية
 - أ $H_2O_{(l)}$
 - ب. الميرين
 - ج $HCl_{(g)}$
 - د $HCl_{(aq)}$
- ④ الوحدة المستخدمة فى التعبير عن التركيز المولالى لمحلول ما هى
 - أ. mol / L
 - ب. $g / eq.L$
 - ج. g / L
 - د. mol / kg

ثانياً : ما المقصود بكل من ؟

- ① الذويانية.
- ② المحلول المشبع.
- ③ درجة الغليان المقاسة.





ثالثاً فكر واستنتج مسأً واحداً على الأقل لكل مما يأتي .
١) عدم وجود بروتون حر في المحاليل المائية للأحماض .

٢) جزيئات الماء على درجة عالية من القطبية .

٣) ارتفاع درجة غليان محلول كربونات الصوديوم عن محلول كلوريد الصوديوم رغم ثبات كتلة كل من للمذاب والمذيب في كلا المحلولين .

٤) ينتج عن ذوبان السكر في الماء محلولاً بينما ذوبان اللبن المجفف في الماء ينتج عنه غروي .

رابعاً حل المسائل التالية

١) عند اضافة 10g من السكر إلى كمية من الماء كتلته 240g احسب النسبة المئوية الكتلة (m/m) للسكر في المحلول .

٢) أضف 25 mL إيثانول إلى كمية من الماء ، ثم اكمل المحلول إلى 50 mL . احسب النسبة المئوية لحجمية (V/V) للإيثانول في المحلول

٣) حسب التركيز المولاري لمحلول حجمه 200 mL من هيدروكسيد الصوديوم . إذا علمت أن كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة فيه 20g .

٤) حسب التركيز المولالي للمحلول المحضر بإذابة 53g كربونات صوديوم في 400g من الماء .

خامساً حدد نوع النظام العروى في كل تطبيق مما يلي

١) مستحلب الزيت والخل .

٢) التراب في الهواء .





الفصل الثاني : الأحماض والقواعد

نشاط معملّي : التمييز بين المحاليل الحمضية والقاعدية



خطوات إجراء النشاط :

- ✳ كون محلولاً 0.1 M من كل مادة من المواد التالية ، بحيث يكون كل محلول في أبوية اختبار مستقلة مسجلاً عليها اسم المحلول (حمض هيدروكلوريك - حمض أسيتيك - هيدروكسيد صوديوم - بيكربونات صوديوم) .

- ✳ صنع ورقتي عباد الشمس ، إحداهما حمراء والأخرى زرقاء داخل كل محلول من المحاليل السابقة.

- ✳ ماذا تلاحظ على لون ورقتي عباد الشمس ؟

الملاحظة :

.....

- ✳ ضع قطرة من محلول الفينولفثالين في عينة من كل محلول ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

- ✳ كرر العمل السابق مع استبدان الفينولفثالين بالمثيل البرتقالي
- ✳ صنف المحاليل السابقة إلى محاليل حمضية وأخرى قاعدية
- ✳ استخدم مقياس pH رقمي في قياس قيمة الرقم الهيدروجيني لكل محلول ، ثم رتب هذه المحاليل حسب قيمة pH .
- ✳ حدد أقوى المحاليل لحمضية وأضعف المحاليل القاعدية

الاستنتاج :

السلامة



الملاحظات

لن التعرف على الأدلة واستخداماتها.

- ✳ التمييز بين محلول حمض وآخر قاعدي باستخدام الدليل المناسب.

الملاحظات الإضافية

- ✳ استخدام الأدوات - الملاحظة - الاستنتاج - المقارنة

النتائج

- ✳ حمض هيدروكلوريك - حمض أسيتيك - محلول هيدروكسيد صوديوم - محلول بيكربونات صوديوم و بيكربونات صوديوم - ورق - شعير حمراء و ١ - فينولفثالين عيني برتقالي - أمبير حمراء - مقياس pH رقمي





نشاط معلمي : الخواص الكيميائية للأحماض



خطوات إجراء النشاط :

- ضع قليلاً من حمض الهيدروكلوريك المخفف في أنبوبة اختبار.
- أضف قليلاً من مسحوق الخارصين إلى حمض الهيدروكلوريك.
- ماذا تلاحظ؟

الملاحظة :

- قرب شظية مشتعلة إلى فوهة الأنبوبة. ماذا تلاحظ؟

الملاحظة :

- ضع قليلاً من حمض الهيدروكلوريك على ملح كربونات الصوديوم ، ثم مرر الغاز المتصاعد داخل كأس يحتوي على ماء جير رائق. ماذا تلاحظ على ماء الجير؟

الملاحظة :

- كرر التجربة باستخدام حمض كبريتيك مخفف بدلاً من حمض الهيدروكلوريك.

الاستنتاج :

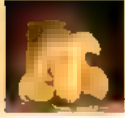
- ما اسم الغاز المتصاعد في حالة الخارصين؟
- ما اسم الغاز المتصاعد في حالة ملح الكربونات؟
- عرّ عن التفاعلات السابقة بمعادلات رمزية موزونة



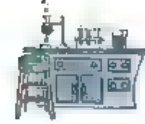
غاز CO_2 يعمد ماء الجير



تفاعل الخارصين مع HCl



نشاط معمل : معايرة الحمض والقاعدة



خطوات إجراء النشاط .

✳ عيّن قيمة الرقم الهيدروجيني لكل من HCl ، NaOH .

✳ املأ السحاحة بمحلول HCl .

✳ أقل 10 mL من محلول NaOH بواسطة الماصة إلى الدورق

المخروطي. ثم أضف قطرات من كاشف الفينولفثالين. وضعه

أسفل السحاحة. ثم ضع ورقة بضوء أسهل الدورق. ما الهدف منها ؟

✳ ابدأ المعايرة ، وذلك بإضافة (HCl) قطرة قطرة من السحاحة مع

تحريك الدورق برفق.

✳ لماذا يجب تحريك محلول NaOH أثناء عملية المعايرة ؟

✳ حدد وسجل حجم HCl التقريبي اللازم للوصول إلى نقطة

التعادل، والتي عندها يبدأ اختفاء اللون لوردي من المحلول ،

ثم عيّن قيمة pH للمحلول الناتج

✳ أعد عملية المعايرة ثلاث مرات بدقة متناهية ، ثم خذ المتوسط

الحسابي لهذه المعايرات الثلاثة. لماذا تكرر عمليات المعايرة ؟

✳ إذا كانت قيمة pH للمحلول الناتج أقل من 7 فهل تكون عملية

المعايرة صحيحة أم لا ؟

✳ ما هي الخطوات التي يجب اتباعها لإتمام عملية المعايرة في حالة

اختلاف قيمة pH عن 7 .

السلامة



المواد والمؤشرات

- ✳ اتمرق على الأروث التي تستخدمها لقياس
- وعل الحجم (محدد من المحاليل المطلوبة).
- ✳ اتمرق على وظيفة كاشف الفينولفثالين
- في المحرقة
- ✳ استخدام الرقم الهيدروجيني في محرقه
- بوح المحاليل من حيث الصفة الحمضية
- أو القاعدية.

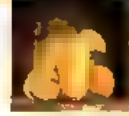
الملاحظات

- ✳ استخدام الأروث - التبرق - الملاحظة -
- الاستنتاج

المواد والمؤشرات

- ✳ 50 mL محلول HCl غير معلوم التركيز -
- 100 mL محلول NaOH بتركيز 0.1 M
- بورق مخروطي حجم 100 mL - عيد
- ورق حديد (1) - صبح - عيد
- مع حصر 5 - بورق فنيو غناس - ماصية
- حجنته عيد (1) - عيد ر - 10





أسئلة تقييمية

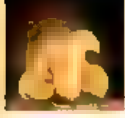
أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

- ① حمض الفوسفوريك H_3PO_4 من الأحماض
أ. أحادية البروتون
ب. ثنائية البروتون
ج. ثلاثية البروتون
د. عديد البروتون
- ② الرقم الهيدروجيني pH لمحلول حمضي
أ. 7
ب. 5
ج. 9
د. 14
- ③ في تفاعل الأمونيا مع حمض الهيدروكلوريك يعتبر أيون الأمونيوم $(NH_4)^+$
أ. حمض مرافق
ب. قاعدة
ج. قاعدة مرافقة
د. حمض
- ④ أحد الأحماض التالية يعتبر حمض قوى
أ. حمض الأسيتيك
ب. حمض الكربونيك
ج. حمض النيتريك
د. حمض الستريك
- ⑤ قيمة pH التي يكون عندها لون الفينولفثالين أحمر وردي
أ. 2
ب. 4
ج. 6
د. 9
- ⑥ لحمض المرافق لـ HSO_4^- هو
أ. HSO_4^+
ب. SO_4^{2-}
ج. H_2SO_4
د. H^+

ثانياً : اكتب المصطلح العلمي :

- ① لمادة التي تحتوى على الهيدروجين، والتي تولد الهيدروجين عند تفاعلها مع المعادن
- ② مواد كيميائية يتغير لونها بغير نوع الوسط.





٢) أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة والقلوية بأرقام من صفر إلى 14.

٤) مادة لها قابلية لاكتساب (استقبال) بروتون.

٥) مادة لها لقدرة على منح بروتون.

ثالثاً : فكر واستنتج سبباً واحداً على الأقل لكل مما يأتي :

١) يعتبر النشادر قاعدة رغم عدم احتوائه على مجموعة هيدروكسيد (OH) في تركيبه.

٢) حمض الهيدروكلوريك قوى بينما حمض لاسيتيك ضعيف.

٣) الرقم الهيدروجيني pH لمحلول كلوريد الأمونيوم أقل من 7.

٤) حمض الكبريتيك له نوعين من الأملاح.

رابعاً : جب عن الأسئلة التالية :

١) قارن بين تعريف الحمض والمادة في كل من نظرية أرهينيوس ونظرية برونشتد - لوري ، مع ذكر أمثلة والمعادلات المعبرة عن ذلك.

٢) حدد الشق الحمضي والشق القاعدي للأملاح التالية :

نترات بوتاسيوم - أسيتات صوديوم - كبريتات نحاس - فوسفات أمونيوم.

٣) استخدم الشقوق التالية في تكوين أملاح ، ثم اكتب أسماء هذه الأملاح .





اسئلة مراجعة الباب الثالث

أولاً. اختر الإجابة الصحيحة .

- ١) في الوسط المتعادل يكون الدليل الذي له لون بنفسجي هو .
 أ. عباد الشمس
 ب. الفينولفثالين
 ج. الميثيل لبرتقالي
 د. أزرق برونوثيرم
- ٢) الرقم الهيدروجيني pH لمحلول قاعدي
 أ. 7
 ب. 5
 ج. 2
 د. 8
- ٣) تتفاعل الأحماض مع أملاح الكربونات و لبيكربونات ويتصاعد غاز
 أ. الهيدروجين
 ب. الأكسجين
 ج. ثاني أكسيد الكربون
 د. ثاني أكسيد الكبريت
- ٤) عند إذابة 20 g هيدروكسيد صوديوم في كمية من الماء ثم اكمل المحلول حتى 250 mL يكون
 تركيزه
 أ. 1 M
 ب. 0.5 M
 ج. 2 M
 د. 0.25 M
- ٥) الأحماض التالية جميعها قوية ما عدا
 أ. HBr
 ب. H_2CO_3
 ج. $HClO_4$
 د. HNO_3
- ٦) أي الأملاح الآتية يكون محلولاً قلوي التأثير على عباد الشمس ؟
 أ. NH_4Cl
 ب. K_2CO_3
 ج. $NaNO_3$
 د. KCl
- ٧) إذا أذيب 1 mol من كل من المواد التالية في 1 L من الماء فأى منها يكون له الأثر الأكبر في الضغط
 البخاري لمحلولها ؟
 أ. KBr
 ب. $C_6H_{12}O_6$
 ج. $MgCl_2$
 د. $CaSO_4$



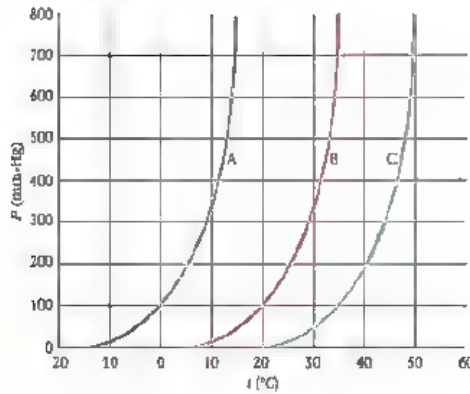


ثانيًا : صوب ما تحته خط في العبارات الآتية :

- ١) تعبير لون دليل لميزولمئين إلى اللون الأحمر عند وضعه في الوسط المتعادل
- ٢) يعتبر حمض الكربونيك H_2CO_3 حمض ثلاثي البروتون.
- ٣) يعتبر حمض الستريك من الأحماض ثنائية البروتون.
- ٤) الحمض طبقًا لتعريف أرهينيوس هو المادة التي تذوب في الماء لينتج أيون OH
- ٥) تعتبر المحاليل ذات الرقم الهيدروجيني أعلى من 7 أحماض.
- ٦) تتفاعل الأحماض المخففة مع الفلزات النشطة وينتج غاز الأكسجين
- ٧) التركيز المولالي للمحلول الذي يحتوى على $0.5 M$ من المذاب في $500 g$ من المذيب هو $2 mol / kg$.

ثالثًا : اكتب المصطلح العلمي :

- ١) المادة التي تذوب في الماء لينتج أيون الهيدروجين الموجب.
- ٢) حمض ضعيف أو قاعدة ضعيفة يتغير لونها بتغير قيمة pH للمحلول
- ٣) المادة التي تنتج بعد أن يفقد لحمض بروتونًا.
- ٤) عدد مولات المذاب في كيلو جرام من المذيب.
- ٥) كتلة المذاب في $100 g$ من المذيب عند درجة حرارة معينة. ..



رابعًا : ادرس الشكل البياني الذي أمامك الذي يوضح التغير في الضغط البخاري لثلاث محاليل مختلفة مع درجة الحرارة ، ثم أجب عما يلي .

أ. أي المحاليل يغلي عند $15^\circ C$ علمًا بأن الضغط الجوي $(760 mm.Hg)$.

ب. ما درجة غليان السائل B في الظروف الاعادية؟

جـ. رتب المحاليل حسب التركيز.



الأهداف العامة للباب الرابع :

- في نهاية هذا الباب يُصبح الطالب قادرًا على أن :
 - يعرف معادلة كيميائية حرارية
 - يعرف شذوالات الطاردة والتفاعلات العاصبة للحرارة
 - يعرف النظام ولوسط محيط
 - يحدد بين أنواع الأنظمة المختلفة (المتنوح ، مغلق ، مغروس)
 - يعرف تعاون لأول سديناميكا لحرية
 - يستخرج درجة الحرارة مقياس لموسمات معدلات حركة لجزيئات النظام
 - يوضح العلاقة بين طاقة النظام وحركة جزيئاته
 - يعرف الإنشائي (المغروس ، مغاوي) مولاري
 - يوضح العلاقة التي تربط حرارة الموعنة والسمير الحارزي
 - يحسب الحرارة الممتصة أو الممتطفة من نظام
 - يحقق قانون هس بمجمع الحارزي

الباب الرابع

فصول الباب الرابع :



① المحتوى الحراري



② صور التغير في المحتوى الحراري

القضايا المتضمنة : مشكلة الطاقة

الطاقة الحرارية من الطاقات الهامة جداً بالنسبة للإنسان ، حيث نلعمد في قيامنا بالعديد من الأنشطة المختلفة على الحرارة الناتجة من احتراق الغذاء ، كما نستخدمها في كثير من الأمور الحياتية ، حيث نستخدم في المنزل في عمليات التدفئة والطهي والتجفيف، كما نلعمد عدد كبير من الصناعات على الطاقة الحرارية ، ولأهميتها بالنسبة للإنسان اهتم العلماء في فرع من فروع علم الكيمياء بسواسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية والفيزيائية التي تحدث للمادة وسمى هذا الفرع بالكيمياء الحرارية.

لذا سلتناول في هذه الوحدة بعض المفاهيم الأساسية المتعلقة بالكيمياء الحرارية، كما ستتعرف على بعض صور التعبير في المحتوى الحراري ، وكيفية حساب التعبير في المحتوى الحراري ببعض الطرق ، واستخدام المسعر الحراري في قياس التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية والفيزيائية

الكيمياء الحرارية

Thermochemistry

المصطلحات الأساسية

Thermochemistry	الكيمياء الحرارية
System	النظام
Surrounding	الوسط المحيط
Isolated System	النظام المعزول
Openend System	النظام المفتوح
Closed System	النظام المغلق
Specific Heat	الحرارة النوعية
Heat Content	المحتوى الحراري
Heat of Solution	حرارة الذوبان
Heat of dilution	حرارة التخفيف
Heat of formation	حرارة التكوين
Heat of combustion	حرارة الاحتراق
Hess's Law	قانون هس
Bond Energy	طاقة الرابطة



الفصل الأول : المحتوى الحرارى

Heat Content

المفاهيم الأساسية فى الكيمياء الحرارية:

جميع التغيرات الكيميائية والفيزيائية تصاحبها تغيرات فى الطاقة، والطاقة مهمة جدًا لجميع الكائنات الحية، حيث لا نستطيع الحركة أو القيام بالأنشطة المختلفة سواء كنت دهنية أو عضلية دون الحاجة إلى الطاقة الناتجة من احتراق السكريات داخل أجسامنا. والعلم الذى يهتم بدراسة الطاقة وكيفية انتقالها يسمى علم الديناميكا الحرارية، وقد اهتم العلماء بفرع من فروع الديناميكا الحرارية يتم فيه دراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية ويطلق عليه اسم (الكيمياء الحرارية)

Thermochemistry

قانون بقاء الطاقة :

تتعدد صور الطاقة، فمنها الطاقة الكيميائية والحرارية والضوئية والكهربائية والحركية، ولكن من خلال تصنيف الطاقة إلى صور مختلفة يمكنك أن تتصور أن كل صورة مستقلة بذاتها عن باقى الصور، ولكن يوجد علاقة بين جميع صور الطاقة، حيث تتحول الطاقة من صورة إلى أخرى، وهذا يقودنا إلى نص قانون بقاء الطاقة.

قانون بقاء الطاقة : الطاقة هي أى تحول كيميائى أو فىزيائى لا تسمى ولا تسمى من عدم، بل تحول من صورة إلى أخرى

ولكن ما علاقة التفاعل الكيميائى بالطاقة؟

توقع النتائج

فى نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

- يميز بين لنظام والوسط المحيط
- يقارن بين أنواع الأنظمة المختلفة (المفتوح - المغلق - المعزول)،
- يعرف القانون الأول للديناميكا الحرارية
- يتعرف المعادلة الكيميائية الحرارية.
- يتعرف التفاعلات الطاردة وامتصاصات خاصة للحرارة.
- يوضح العلاقة بين طاقة النظام وحركة حريراثته.
- يستنتج أن درجة الحرارة مقياس متوسط التغيرات لحركية جزيئات النظام
- يتعرف الإنتالبي (المحتوى الحرارى) مولارى
- يطبق العلاقة التى تربط الحرارة النوعية والتغير الحرارى



معظم التفاعلات الكيميائية تكون مصحوبة بتغيرات في الطاقة ، حيث أن أغلب لتفاعلات الكيميائية إما أن تنطلق منها طاقة أو تمتص طاقة ، ويحدث تبادل للطاقة بين وسط التفاعل والوسط الذي يحيط به ، حيث يسمى وسط التفاعل بالنظام والوسط الذي يحيط به يُعرف بالوسط المحيط .

✓ النظام (System) : هو جزء من الكون الذي يحدث فيه التغير الكيميائي أو الفيزيائي أو هو الجزء المحدد من المادة الذي توجّه إليه الدراسة .

✓ الوسط المحيط (Surrounding) : هو الجزء الذي يحيط بالنظام ويتبادل معه طاقة في شكل حرارة أو شغل .

في حالة التفاعلات الكيميائية يمر النظام عن التفاعلات والتوانع وحدود النظام تكون لكأس أو الدورق أو أنبوب الاختبار الذي يحدث به التفاعل ، بينما الوسط المحيط يكون أي شيء محيط بالتفاعل .

أنواع الأنظمة Types of systems

- ❶ النظام المعزول (Isolated System) وهو الذي لا يسمح بانتقال أي من الطاقة أو المادة بين النظام والوسط المحيط .
- ❷ النظام المفتوح (Openend System) وهو النظام الذي يسمح بتبادل كل من لمادة والطاقة بين النظام والوسط المحيط .
- ❸ النظام المغلق (Closed System) وهو الذي يسمح بتبادل الطاقة فقط بين النظام والوسط المحيط على صورة حرارة أو شغل .



▲ شكل (٢) أنواع الأنظمة



▲ شكل (١) العلاقة بين النظام والوسط المحيط

القانون الأول للديناميكا الحرارية First law of Thermodynamic

أي تغير في طاقة النظام يكون مصحوبًا بتغير مماثل في طاقة الوسط المحيط ، ولكن بإشارة مخالفة حتى تظل الطاقة الكلية مقدارًا ثابتًا .

$$\Delta E_{\text{system}} = - \Delta E_{\text{surrounding}}$$

القانون الأول للديناميكا الحرارية (First law of Thermodynamic) : الطاقة الكلية لأي نظام معزول تظل ثابتة ، حتى لو تغير النظام من صورة إلى أخرى .



الحرارة ودرجة الحرارة Heat and Temperature :

يتوقف انتقال الحرارة من موضع لآخر على الفرق في درجة الحرارة بين الموضعين ، فما المقصود بدرجة الحرارة ؟ وما العلاقة بين درجة حرارة النظام وحركة جزيئاته ؟

درجة الحرارة (Temperature) : مقياس لمتوسط طاقة حركة جزيئات المادة ، يستدل منه على حالة الجسم من حيث السخونة أو البرودة.

جزيئات وذرات المواد دائمة الحركة والاهتزاز ؛ ولكنها متفاوتة السرعة في المادة الواحدة ، ويتكون النظام من مجموعة من الجزيئات المتفاعلة مع بعضها لبعض . لذا كلما زاد متوسط حركة الجزيئات أدى ذلك لزيادة درجة الحرارة .

وتعتبر الحرارة **Heat** شكلاً من أشكال الطاقة ... ويمكن أن ينظر إليها على أنها طاقة في حالة انتقال بين جسمين مختلفين في درجة حرارتهما .

وكلما اكتسب النظام طاقة حرارية ازداد متوسط سرعة حركة الجزيئات ، والتي تُعبر عن الطاقة الحركية **Kinetic energy** للجزيئات ؛ مما يؤدي لارتفاع درجة حرارة النظام ، والعكس صحيح .
أي أن العلاقة طردية بين طاقة النظام وحركة جزيئاته .

وحدات قياس كمية الحرارة :

السعر calorie :

يعرف بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من الماء النقي 1°C ($15^{\circ}\text{C} : 16^{\circ}\text{C}$) .

الـجول Joule :

ويعرف بأنه كمية لحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من الماء بمقدار 1°C $\frac{1}{4.18}$

$$1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$$

ملاحظة:

تستخدم وحدة السعر الحراري Calorie عند حساب كمية الحرارة التي يتم الحصول عليها من الغذاء ، حيث يعتمد مستوى استهلاكك للسعرات الحرارية على مستوى نشاطك ، ففي يوم تقضيه في الأعمال المكتبية تستهلك 800 سعرًا حراريًا (Calorie) ، بينما يستهلك عداء الماراثون 1800 سعرًا حراريًا لإنهاء السباق .

$$1 \text{ Kcal} = 1000 \text{ cal}$$



الحرارة النوعية Specific Heat :

لحرارة النوعية هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرم واحد من مادة ما بدرجة واحدة مئوية



الوحدة المستخدمة في قياس الحرارة النوعية هي $J/g^{\circ}C$. وتختلف الحرارة النوعية باختلاف نوع المادة ، والمادة التي لها حرارة نوعية كبيرة تحتاج إلى كمية كبيرة من الحرارة حتى ترتفع درجة حرارتها ويستغرق في ذلك مدة طويلة كما تستغرق وقتًا طويلًا حتى تفقد هذه الطاقة مرة أخرى ، بعكس المادة التي لها حرارة نوعية صغيرة .

المادة	الألومنيوم	الكربون	الححاس	الحديد	الماء (سائل)	الماء (عاز)
الحرارة النوعية $J/g^{\circ}C$	0.9	0.711	0.385	0.444	4.18	2.01

▲ جدول (١) الحرارة النوعية لبعض المواد

حساب كمية الحرارة :

يمكن حساب كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة من النظام عن طريق استخدام القانون التالي :

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T$$

حيث إن q_p تعبر عن كمية الحرارة لمقاسة عند ضغط ثابت ، m الكتلة ، c الحرارة النوعية ، ΔT فرق درجات الحرارة وتحسب من العلاقة $(\Delta T = T_2 - T_1)$ ، حيث T_1 الحرارة الابتدائية ، بينما T_2 الحرارة النهائية.

المسعر الحراري :

يوفر المسعر نظامًا معزولًا يمكننا من قياس التغير في درجة حرارة النظام المعزول ، حيث يمنع فقد أو اكتساب أي قدر من الطاقة أو المادة مع الوسط المحيط ، وكذلك يمكننا من استخدام كمية معينة من المادة التي يتم معها التبادل الحراري ، والتي تكون في الغالب الماء ، وذلك بسبب ارتفاع حرارته النوعية مما يسمح له باكتساب وفقد كمية كبيرة من الطاقة ، ويتم حساب التغير في درجة الحرارة عن طريق حساب الفرق بين درجة الحرارة النهائية والابتدائية ΔT .

ويوجد نوع آخر من المسعرات يسمى مسعر لقنبلة (Bomb Calorimeter) يستخدم في قياس حرارة احتراق بعض المواد ، حيث يجري التفاعل باستخدام كميات معلومة من المادة المراد حرقها في وفرة من الأكسجين تحت ضغط جوي ثابت ، والتي تكون موضوعة في وعاء معزول من الصلب يسمى بوعاء الاحتراق ، ويتم إشعال المادة باستخدام سلك كهربائي ، وتحاط غرفة الاحتراق بكمية معلومة من الماء.

مكونات المسعر الحراري :

يتكون المسعر الحراري من إناء معزول و ترمومتر وأداة للتقليب ويوضع بداخله سائل غالبًا ما يكون ماء.



الحل:

114



- ✳ الطاقة الكيميائية المخزنة في الذرة : تتمثل في طاقة الإلكترونات في مستويات طاقة ، والتي هي محصلة طاقة الحركة وطاقة الوضع للإلكترون في مستوى لصاقة.
- ✳ الطاقة الكيميائية المخزنة في الجزيء : تتواجد الطاقة الكيميائية في الجزيء في الروابط الكيميائية التي تربط بين ذراته سواء كانت روابط تساهمية أو روابط أيونية.
- ✳ قوى الربط بين الجزيئات : تعرف قوى الجذب بين جزيئات لمادة بقوى جذب فاندرفال وهي عبارة عن طاقة وضع ، كما توجد قوى أخرى بين الجزيئات مثل لروابط الهيدروجينية ، وتعتمد هذه القوى على طبيعة الجزيئات ومدى قطبيتها .
- مما سبق يتضح أن :

المادة تخزن قدرًا من الطاقة ، تنتج من طاقة الإلكترونات في مستويات الطاقة في الذرة ، وطاقة الروابط الكيميائية ، وطاقة لتجاذب بين الجزيئات المكونة لها ، ويطلق على مجموع تلك الطاقات الموجود في مول من المادة بالمحتوى الحرارى للمادة أو الإنثالبي المولارى .

محتوى الحرارى للمادة (H) (الإنثالبي لمولارى) : مجموع الطاقات المخزنة في مول واحد من المادة.

ونظرًا لاختلاف جزيئات المواد في نوع الذرات أو عددها أو أنواع الروابط فيها ، فإنه من الطبيعي أن يختلف المحتوى الحرارى للمواد المختلفة ، ومن غير الممكن عمليًا قياس المحتوى الحرارى أو الطاقة المخزنة في مادة معينة ، ولكن ما يمكن قياسه هو التغير الحادث للمحتوى الحرارى أثناء التغيرات المختلفة التي تطرأ على المادة .

التغير في المحتوى الحرارى (ΔH) : هو الفرق بين مجموع المحتوى الحرارى للمواد الناتجة ومجموع المحتوى الحرارى للمواد المتفاعلة.

أى أن :

التغير في المحتوى الحرارى - المحتوى الحرارى للنواتج - المحتوى الحرارى للمتفاعلات

$$\Delta H = H_{\text{products}} - H_{\text{reactants}}$$

التغير في المحتوى الحرارى القياسى ΔH° :

اتفق العلماء على أن يتم مقارنه قيم ΔH للمتفاعلات المختلفة تحت ظروف قياسية واحدة وهي :

- ✳ ضغط يعادل الضغط الجوى 1 atm .
- ✳ درجة حرارة العرفة 25°C .
- ✳ تركيز المحلول 1 M .

اعتبر العلماء أن لمحتوى الحرارى للمعصر = صفر

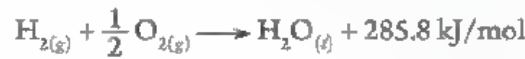
إذا كانت Δq_p كمية الحرارة ، n عدد المولات فإن $\Delta H^\circ = \frac{\Delta q_p}{n}$



ويمكن تقسيم التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية إلى نوعين :

أولاً : التفاعلات الطاردة للحرارة Exothermic Reaction :

هى التفاعلات التى يتطلق منها حرارة كأحد نواتج التفاعل إلى الوسط المحيط فترتفع درجة حرارته. ومن أمثلتها تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين لتكوين الماء ، حيث يتفاعل 1 mol من غاز الهيدروجين (H_2) مع $\frac{1}{2}$ mol من غاز الأكسجين (O_2) ليتكون 1 mol من الماء (H_2O) وينطلق 285.8 kJ/mol من الحرارة ، كما بالمعادلة التالية .



من المعادلة السابقة نتوصل إلى ما يلى :

- تنتقل الحرارة من النظام إلى الوسط المحيط ، مما يؤدي إلى نقص درجة حرارة النظام وارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط
- مجموع المحتويات الحرارية للمواد الناتجة أقل من مجموع المحتويات الحرارية للمواد المتفاعلة ، وطبقاً لقانون بقاء الطاقة فإن التفاعل سوف ينتج عنه قدرًا من الحرارة لتعويض النقص فى حرارة النواتج.
- يتم التعبير عن التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH°) بإشارة سالبة.

ثانياً : التفاعلات الماصة للحرارة Endothermic Reaction :

هى التفاعلات التى يتم فيها امتصاص حرارة من الوسط المحيط مما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارته. ومن أمثلة التفاعلات الماصة للحرارة تفاعل تفكك كربونات الماعنسيوم ($MgCO_3$) إلى أكسيد الماعنسيوم (MgO) وثنائي أكسيد الكربون (CO_2) ، حيث يحتاج كل 1 mol من ($MgCO_3$) إلى امتصاص 117.3 kJ/mol من الطاقة لتفكك ويعطى 1 mol من (MgO) و 1 mol من (CO_2) ، كما بالمعادلة التالية :

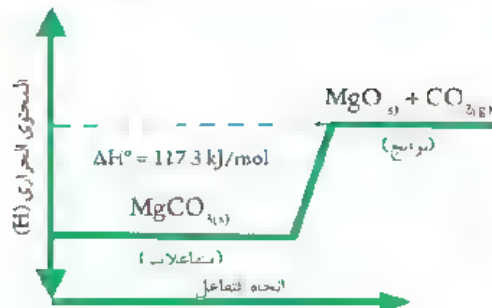


ومن المعادلة السابقة نتوصل إلى ما يلى :

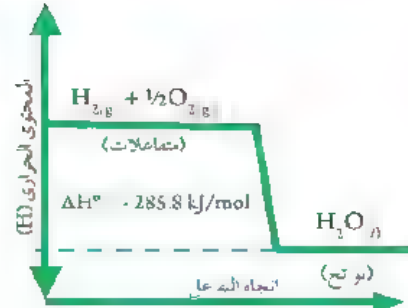
- تنتقل الحرارة من الوسط المحيط إلى النظام ، فيكتسب النظام طاقة حرارية ويفقد الوسط المحيط طاقة.
- مجموع المحتويات الحرارية للمواد الناتجة أعلى من مجموع المحتويات الحرارية للمواد المتفاعلة ، وطبقاً لقانون بقاء الطاقة فإن التفاعل سوف يمتص قدرًا من الحرارة لتعويض النقص فى حرارة المتفاعلات.
- يتم التعبير عن التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH°) بإشارة موجبة.



محتوى الحرارة



▲ شكل (٥) مخطط تفاعل ماص للحرارة



▲ شكل (٤) مخطط تفاعل طارد للحرارة

ويمكن توضيح العلاقة بين المحتوى الحراري للمتفاعلات والناتج والفرق بينهما (ΔH°) من العلاقة التالية:

$$\Delta H^\circ = H_p - H_r$$

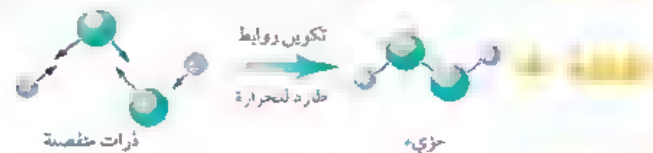
المحتوى الحراري وطاقة الرابطة :

يحدث كسر للروابط الموجودة في المواد المتفاعلة لتكوين روابط جديدة في النواتج ، حيث نختزن الرابطة الكيميائية صاقة وضع كيميائية.

⊕ أثناء كسر الرابطة يتم امتصاص مقدار من الطاقة من الوسط المحيط حتى يتم كسر الرابطة.



⊕ أثناء تكوين الرابطة تنطلق طاقه إلى الوسط المحيط (تزداد درجة حرارة الوسط المحيط) .



طاقة الرابطة هي الطاقة اللازمة لكسر لروابط أو الساتجة عن تكوين الروابط في مول واحد من المادة

وتختلف طاقة الرابطة الواحدة تبعاً لنوع المركب أو حالته الفيزيائية ؛ لذلك اتفق العلماء على استخدام متوسط طاقة الرابطة بدلاً من طاقة الرابطة ، والجداول (٢) يوضح متوسط الطاقة لبعض الروابط :

الرابطة	متوسط طاقة الرابطة kJ / mol	الرابطة	متوسط طاقة الرابطة kJ / mol
C — C	346	H — H	432
C = C	610	C — O	358
C ≡ C	835	C = O	803
C — H	413	O — H	467
N — H	389	O = O	498

▲ جدول (٢) متوسط لطاقة بعض الروابط (لإيضاح فقط)

- ❶ في حالة انطلاق طاقة عند تكوين روابط النواتج أكبر من الطاقة اللازمة لكسر روابط المتفاعلات تطلق طاقة مساوية للفرق بين العمليتين ، ويكون التفاعل طارداً للحرارة ، وتكون ΔH° سالبة.
- ❷ عندما يتم امتصاص طاقة أكبر عند تكسير روابط المتفاعلات ، عما يتم انطلاقه عند تكوين الروابط في النواتج ، يكون التفاعل ماصاً للحرارة وتكون ΔH° موجبة.

مثال:

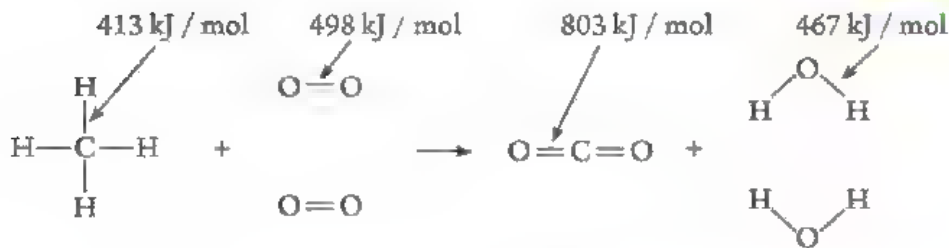
احسب حرارة التفاعل التالي ، وحدد ما إذا كان التفاعل طارداً أو ماصاً للحرارة.



علماً بأن طاقة الروابط مقدرة بوحدة kJ / mol كما يلي :

(C = O) 803 , (O — H) 467 , (C — H) 413 , (O = O) 498

الحل:



الطاقة اللازمة لكسر روابط المتفاعلات = $[4 \times (\text{C} - \text{H})] + [2 \times (\text{O} = \text{O})]$

$$2648 \text{ kJ} = [4 \times 413] + [2 \times 498] =$$

الطاقة الناتجة عن تكوين الروابط في النواتج = $[2 \times (\text{C} = \text{O})] + [2 \times 2 (\text{O} - \text{H})]$

$$3474 \text{ kJ} = [2 \times 803] + [2 \times 2 \times 467] =$$

$$(\Delta H) = (+ 2648) + (- 3474) = - 826 \text{ kJ/mol}$$

وبذلك يكون التفاعل طارداً للحرارة ؛ لأن إشارة (ΔH) سالبة .

**المعادلة الكيميائية الحرارية : Thermochemical Equation**

لاحظ المعادلة التالية ، ثم امتنع المقصود بالمعادلة الحرارية ، وشروطها ؟



المعادلة الكيميائية الحرارية هي معادلة كيميائية رمزية تصف التغير الحراري لمصاحب لتفاعل ويمثل في المعادلة تأخذ لمصاعلاب أو التوزيع.

يشترط في المعادلة الكيميائية الحرارية ما يلي :

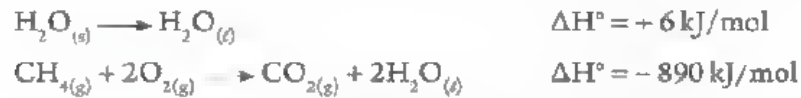
- ✶ يجب أن تكون موزونة ، والمعاملات في المعادلة الكيميائية الحرارية الموزونة تمثل عدد مولات المتفاعلات والنواتج ، ولا تمثل عدد الجزيئات ؛ لذلك يمكن عند الحاجة كتابة هذه المعاملات ككسور وليس بالضرورة أعداداً صحيحة ، كما بالمثل لتالي :



- ✶ يجب ذكر لحددة الفيزيائية للمواد الداخلة في التفاعل والنتيجة منه ، ويستخدم لذلك بعض الرموز التي تدل على هذه الحالة مثل : s ، l ، g ، aq ويعود السبب في ذلك لأن المحتوى الحراري يتغير بتغير الحالة الفيزيائية للمادة مما يؤثر على قيمة التعبير الحراري ، والمثال التالي يوضح ذلك :



- ✶ توضح قيمة وإشارة التغير في المحتوى الحراري (ΔH°) للتفاعل الكيميائي أو للتغيرات الفيزيائية ، أي أن تكون ذات إشارة موجبة أو سالبة ، فالإشارة الموجبة تعني أن التفاعل ماص للحرارة ، بينما الإشارة السالبة تعني أن التفاعل طارد للحرارة ، كما في الأمثلة التالية :



- ✶ عند ضرب أو قسمة طرفي المعادلة بمعامل عددي معين يجب أن تحري نفس العملية على قيمة التغير في المحتوى الحراري ، كما يلي :



- ✶ يمكن عكس اتجاه سير المعادلة الحرارية ، وفي هذه الحالة يتم تغيير إشارة لتغير في المحتوى الحراري ΔH كما بالمثل التالي :



الفصل الثاني: صور التغير في المحتوى الحرارى

Forms of Changes in Heat Content

يعتبر حسب التغير في المحتوى الحرارى من الأمور المهمة ،
فالاعرف على التغير في المحتوى الحرارى المصاحب لاحتراق أنواع
الوقود لمختلفة يساعد عند تصميم المحركات فى معرفة أى نوع من
الوقود ملائم لها ، كما يساعد رجال الإطفاء فى التعرف على كمية
الحرارة المصاحبة لاحتراق المواد المختلفة ، مما يساعدهم فى اختيار
أنسب الطرق لمكافحة الحريق ، وتختلف صور التغير فى المحتوى
الحرارى تبعاً لنوع التغير الحادث فيزيائياً أم كيميائياً.



▲ شكل (٦) تحول بصله كيميائى المحرقة فى سولفور من صفة حرارية

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية

من أمثلة التغيرات الفيزيائية الذوبان والتخفيف وتغير الحالة
الفيزيائية للمواد وسوف ندرس بشيء من التفصيل التغيرات الحرارية
المصاحبة لكل منها :

توزيع التغير

فى نهاية هذا الفصل يصبح الطالب
قادراً على أن:

- يحسب الحرارة الممتصة أو الممتصة
من النظام.
- يستنتج التغير فى المحتوى الحرارى
للمسام من متوسطات المحتوى
الحرارى.
- يحقق قانون هس للجمع الحرارى.



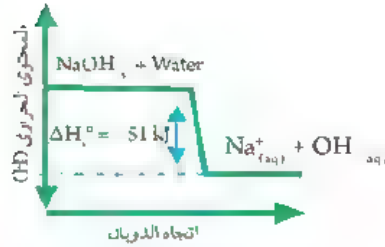
حرارة الذوبان القياسية : Standard heat of Solution

حرارة الذوبان القياسية ΔH° هي كمية الحرارة المصروفة أو الممتصة عند ذابة مول واحد من المذاب في قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع تحت الظروف القياسية

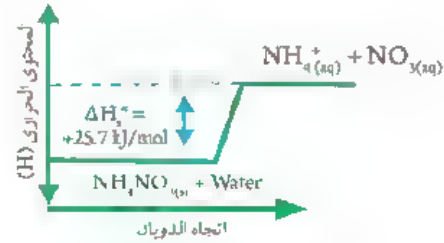
عند إذابة نترات الأمونيوم (NH_4NO_3) في الماء ، تنخفض درجة حرارة المحلول ، ويسمى الذوبان في هذه الحالة بـ ذوبان ماص للحرارة يعبر عنه بالمعادلة التالية :



وعند إذابة هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) في الماء ترتفع درجة حرارة المحلول ، ويسمى الذوبان في هذه الحالة بـ ذوبان طارد للحرارة يعبر عنه بالمعادلة التالية :



▲ شكل (أ) ذوبان هيدروكسيد الصوديوم طارد للحرارة



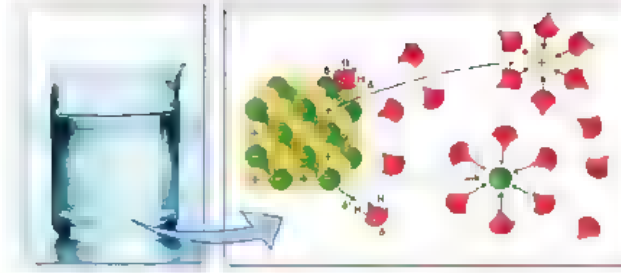
▲ شكل (ب) ذوبان نترات الأمونيوم ماص للحرارة

ويمكن تفسير حرارة الذوبان في الخطوات التالية :

فصل جزيئات المذيب : وهي عملية ماصة للحرارة تحتاج إلى طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذيب ويرمز لها بالرمز ΔH_1 .

فصل جزيئات المذاب : وهي عملية ماصة للحرارة أيضًا تحتاج إلى طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جسيمات المذاب ويرمز لها بالرمز ΔH_2 .

عملية الإذابة : وهي عملية طاردة للحرارة ، نتيجة لإطلاق طاقه عند ارتباط جسيمات المذيب بجزيئات المذاب ويرمز لها بالرمز ΔH_3 . ويطلق عليها طاقة الإماهة إذا كان المذيب هو الماء .



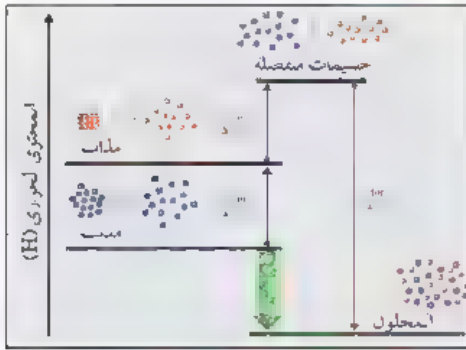
▲ شكل (٩) عملية الإذابة

وتتوقف قيمة حرارة الذوبان ΔH_f على محصلة هذه العمليات :

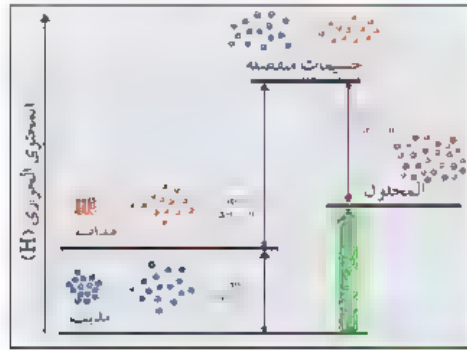
❶ إذا كانت $\Delta H_1 + \Delta H_2 > \Delta H_3$ يكون الذوبان ماص للحرارة.

❷ إذا كانت $\Delta H_1 + \Delta H_2 < \Delta H_3$ يكون الذوبان طارد للحرارة.

والمخطط التالي يوضح ذوبان ماص للحرارة وآخر طارد للحرارة.



▲ شكل (١١) مخطط ذوبان طارد للحرارة



▲ شكل (١٠) مخطط ذوبان ماص للحرارة

ملاحظة هامة

يتم استخدام أكياس جاهرة تعمل ككمادات باردة ، حيث تحتوي هذه الأكياس على طقتين يفصل بينهما عشاء رقيق يكون في إحداهما تترات الأمونيوم والأخرى ماء ، وعند الحاجة إليها يتم الضغط عليها فيتمزق العشاء الفاصل وبذلك يسمح للمادتين بالاختلاط ومن ثم تنخفض درجة الحرارة نظرًا لكونه ذوبانًا ماصًا للحرارة ، كما يتوفر كذلك أكياس كمادات ساخنة ، حيث تحتوي هذه الأكياس على كلوريد الكالسيوم والماء وفي هذه الحالة يكون الذوبان طاردًا للحرارة.



ويمكن حساب حرارة الذوبان باستخدام العلاقة : $q = m \cdot c \cdot \Delta T$

❶ في المحاليل المخففة يمكن التعبير عن كتلة المحلول (m) بدلالة الحجم ، لأن كثافة الماء في الظروف العادية تساوي الواحد الصحيح.

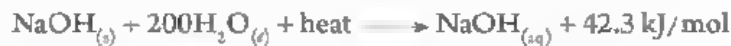


- ❖ يمكن اعتبار الحرارة النوعية للمحلول مساوية أيضاً للحرارة النوعية للماء $4.18 \text{ J / g}^\circ\text{C}$
- ❖ إذ كان المحلول تركيزه 1 مولر (1 mol / L) أي أن كمية المادة المذابة (1 mol) والمحلول الناتج حجمه (1 L) فإن كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة في هذه الحالة تسمى حرارة الذوبان المولارية.

حرارة الذوبان المولارية : هي التغير الحراري الناتج عن ذوبان مول من العذاب لتكوين لتر من المحلول.

حرارة التخفيف القياسية Standard heat of dilution :

ادرس المثالين التاليين واللذين يوضحان اختلاف حرارة الذوبان باختلاف كمية المذيب ، ثم حاول التوصل إلى تأثير التخفيف على التغير في المحتوى الحراري



في المحلول المركز تتقارب أيونات المذاب من بعضها ، وعند إضافة كمية أخرى من المذيب (تخفيف) تتباعد الأيونات عن بعضها وهذا يحتاج إلى طاقة تسمى طاقة بعداد الأيونات وهي طاقة ممتصة ، ويزيادة عدد حبيبات المذيب ترتبط الأيونات بعدد أكبر من حبيباته وتطلق كمية من الحرارة ، والتغير في المحتوى الحراري هو محصلة هاتين العمليتين ويمكن تعريف حرارة التخفيف القياسية على أنها :

حرارة التخفيف القياسية $\Delta H_{\text{dil}}^\circ$: كمية الحرارة الممتصة أو الممتصة لكل واحد مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز آخر أقل بشرط أن يكون في حالته القياسية

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية

سنستعرض فيما يلي التغيرات الحرارية المصاحبة لبعض التغيرات الكيميائية مثل :

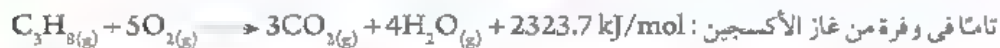
حرارة الاحتراق القياسية Standard heat of combustion :

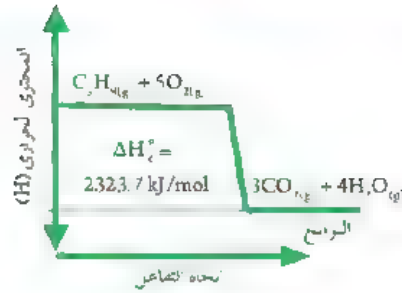
الاحتراق هو عملية اتحاد سريع للمادة مع الأكسجين ، وينتج عن احتراق العناصر والمركبات احتراقاً تاماً إنطلاق كمية كبيرة من الطاقة تكون في صورة حرارة أو ضوء ، وتعرف الحرارة المنطلقة بحرارة الاحتراق (ΔH_c) .

وتعرف حرارة الاحتراق القياسية كما يلي :

حرارة الاحتراق القياسية ΔH_c° : كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين تحت الظروف القياسية.

ومن أمثلة تفاعلات الاحتراق التي نستعملها في حياتنا اليومية احتراق غاز البوتاجاز (وهو خليط من البروبان C_3H_8 والبيوتان C_4H_{10}) مع أكسجين الهواء الجوي لإنتاج كمية كبيرة من الحرارة والتي يتم استخدامها في طهي الطعام وغيرها من الاستخدامات ، والمعادلة التالية تمثل احتراق غاز البروبان احتراقاً تاماً في وفرة من غاز الأكسجين :





▲ شكل (١٢) محط احتراق غاز الروبان

ومن تفاعلات الاحتراق المهمة أيضًا احتراق الجلو كور $C_6H_{12}O_6$ داخل جسم الكائنات الحية احترق تام في وفرة من الأكسجين لإمداد الكائن الحي بالطاقة اللازمة للقيام بالمهام الحيوية ، كما بالمعادلة التالية :



حرارة التكوين القياسية Standard heat of formation :

التغير الحرارى المصاحب لتكوين المركب من عناصره الأولية يسمى بحرارة التكوين (ΔH_f°) ، ويمكن تعريف حرارة التكوين لقياسية كما يلى :

حرارة التكوين القياسية ΔH_f° كمية الحرارة المطلقة و المتضمنة عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأولية بشرط أن تكون هذه العناصر فى حالتها القياسية

العلاقة بين حرارة التكوين وثبات المركبات :

حرارة تكوين المركب هى المحتوى الحرارى له ، وقد لاحظ العلماء من خلال نتائج التجارب أن المركبات التى تمتلك حرارة تكوين سالبة تكون أكثر ثباتًا واستقرارًا عند درجة حرارة الغرفة ولا تميل إلى التفكك لأن المحتوى الحرارى لها يكون صغيرًا ، بعكس المركبات التى تمتلك حرارة تكوين موجبة ، حيث تميل إلى الانحلال التلقائى إلى عناصرها الأولية عند درجة حرارة الغرفة . ومعظم التفاعلات تسير فى اتجاه تكوين المركبات الأكثر ثباتًا.

استخدام حرارة التكوين القياسية (H_f°) فى حساب التغير فى المحتوى الحرارى :

حرارة التكوين القياسية لجميع العناصر تكون مساوية للصفر فى الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة أى عندما يكون العنصر عند درجة حرارة 25°C وضغط جوى 1 atm .

وحيث أن التعبير فى المحتوى الحرارى يمكن حسابه من العلاقة التالية :

$$(\Delta H) = \text{المحتوى الحرارى للناتج} - \text{المحتوى الحرارى للمتفاعلات}$$

كذلك يمكن حساب التغير فى المحتوى الحرارى للمركبات باستخدام حرارة لتكوين من العلاقة التالية :

$$(\Delta H) = \text{المجموع لحرارة تكوين النواتج} - \text{المجموع الجبرى لحرارة تكوين المتفاعلات}$$



مثال

إذا كانت حرارة تكوين الميثان kJ/mol (-74.6) وثنائي أكسيد الكربون kJ/mol (-393.5) وبخار الماء kJ/mol (-241.8) احسب التغير في المحتوى الحراري للتفاعل الموضح في المعادلة التالية:



الحل:

$(\Delta H_f) =$ المجموع الجبري لحرارة تكوين النواتج - المجموع الجبري لحرارة تكوين المتفاعلات

$$(\text{CH}_4 + 2\text{O}_2) - (\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}) -$$

$$802.5 \text{ kJ/mol} = [(-74.6) + (2 \times 0)] - [(-393.5) + (2 \times -241.8)] =$$

قانون هس (المجموع الجبري الثابت للحرارة) Hess's Law

يلجأ العلماء في كثير من الأحيان إلى استخدام طرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل ، وذلك لعدة أسباب منها :

- ✱ اختلاط المواد المتفاعلة أو الناتجة بمواد أخرى.
- ✱ بعض التفاعلات تحدث ببطء شديد وتحتاج إلى وقت طويل مثل تكوين الصدأ.
- ✱ وجود مخاطر عند قياس حرارة التفاعل بطريقة تجريبية.
- ✱ وجود صعوبة عند قياس حرارة التفاعل في الظروف العادية من الضغط ودرجة الحرارة.
- ولغرض قياس التغير الحراري لمثل هذه التفاعلات استخدم العلماء ما يعرف بقانون هس .

قانون هس : حرارة التفاعل مقدار ثبت في الظروف القياسية سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو عدة خطوات

والصيغة لرياضية لقانون هس يمكن التعبير عنها كما يلي : $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \dots$

وترجع أهمية هذا القانون إلى إمكانية حساب التغير في المحتوى الحراري (ΔH°) لتفاعلات التي لا يمكن قياسها بطريقة مباشرة ، وذلك باستخدام تفاعلات أخرى يمكن قياس حرارة كل منها. ويمكن توضيح مفهوم قانون هس من خلال المثالين التاليين



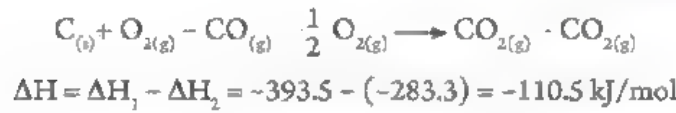
مثال (١):

في ضوء فهمك لقانون هس، احسب حرارة تكوين أول أكسيد الكربون CO من المعادلتين التاليتين:



الحل:

ب طرح المعادلتين جبرياً.



وينقل CO_(g) من الطرف الأيسر للمعادلة إلى الطرف الأيمن:



مثال (٢):

احسب حرارة احتراق غاز أكسيد النيتريك NO تبعاً للمعادلة الآتية:



بمعلومية المعادلتين الحراريتين التاليتين:



الحل:

ب طرح المعادلة (1) من (2):



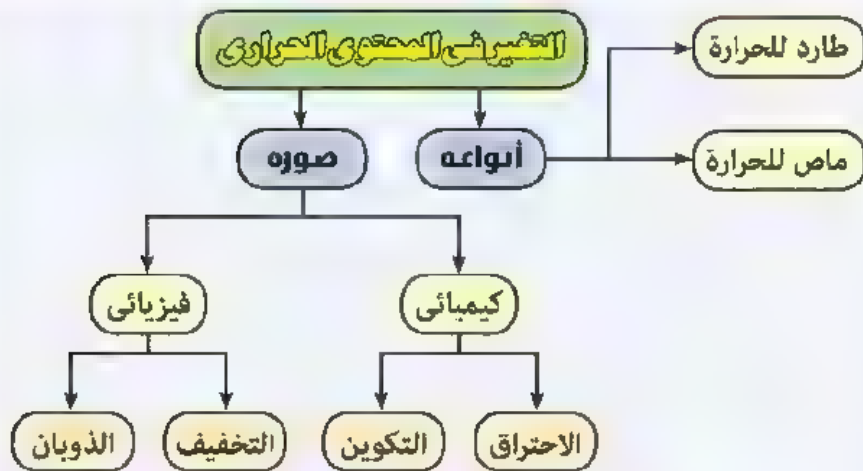
وينقل NO_(g) للطرف الأيسر بإشارة مخالفة.



المفاهيم الأساسية في الباب الرابع

- الكيمياء الحرارية : فرع من فروع الديناميكا الحرارية ، يتم فيه دراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية.
- القانون الأول للديناميكا الحرارية : الطاقة الكلية لأي نظام معزول تظل ثابتة ، حتى لو تغير النظام من صورة إلى أخرى.
- المحتوى الحراري للمادة : مجموع الطاقات المختزنة في مول واحد من المادة.
- حرارة الذوبان القياسية : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول واحد من المذاب في قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع تحت الظروف القياسية.
- حرارة التخفيف القياسية : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل واحد مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز آخر أقل بشرط أن يكون في حالته القياسية.
- حرارة الاحتراق القياسية : كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين تحت الظروف القياسية.
- حرارة لتكوين القياسية : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من مادة من عناصرها الأولية بشرط أن تكون هذه المواد في حالتها القياسية.
- قانون هس : حرارة التفاعل مقدار ثابت في الظروف القياسية سواء تم لتفاعل على خطوة واحدة أو عدة خطوات.

محتوى الباب الرابع

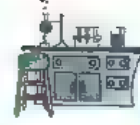




أنشطة وأسئلة الباب الرابع

الفصل الأول : المحتوى الحراري

نشاط معمل : التفاعلات الطاردة للحرارة



خطوات إجراء النشاط :

- عين كتلة 20 g من أكسيد الكالسيوم وضعه في إناء معدني.
- ضع قطعة من ورق الألومنيوم على سطح أكسيد الكالسيوم بحيث يكون ملاصق له.
- اضع كمية من الماء على أكسيد الكالسيوم.
- ضع قطعة الزيت فوق ورق الألومنيوم.
- لاحظ ما يحدث لقطعة الزيت ؟

الملاحظة

تحليل البيانات :

- هل يعتبر هذا لتعاين طارد أم ماص للحرارة ولماذا؟

الاستنتاج :

المحتوى الحراري

الهدف من النشاط : التعرف على التفاعلات الطاردة للحرارة

المواد المستخدمة : أكسيد الكالسيوم - ماء - زيت - ورق الألومنيوم

الخطوات : 1- وضع أكسيد الكالسيوم في إناء معدني - 2- وضع قطعة من ورق الألومنيوم على سطح أكسيد الكالسيوم - 3- وضع كمية من الماء على أكسيد الكالسيوم - 4- وضع قطعة الزيت فوق ورق الألومنيوم

الملاحظة : لاحظ ما يحدث لقطعة الزيت ؟

الاستنتاج : هل يعتبر هذا لتعاين طارد أم ماص للحرارة ولماذا؟





الكتاب الرابع
التجارب الحرارية

نشاط معملّي : التفاعلات الماصة للحرارة



خطوات إجراء النشاط :

- ✳ عين كتلة 53g من بيكربونات صوديوم وضعه في دورق مخروطي.
 - ✳ ضع الدورق على قطعة خشب رقيقة مبللة بالماء ولاحظ ما يحدث.
- الملاحظة :

- ✳ كرر الخطوات السابقة مع استخدام كلوريد الأمونيوم بدلاً من بيكربونات الصوديوم.

تحليل البيانات :

- ✳ هل يعتبر هذا التفاعل طارد أم ماص للحرارة ولماذا؟

السلامة والمخاطر !

⚠️ ⚠️ ⚠️

الهدف من النشاط

☒ التعرف على التفاعلات الماصة للحرارة

المواد والمعدات المستخدمة

☒ قفازات الفولاذ - التدوير - خطه
☒ لامتصاص - تسجيل البيانات - خطه
☒ العينة

البيانات والملاحظات

☒ : في هذه التجربة : ث بونات صوديوم
☒ كلوريد صوديوم تضعه حسب قننه

الاستنتاج :



١٢٧

المستشفى والتجارب - كتاب الرابع



أسئلة تنويرية

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

- ١) وحدة قياس الحرارة النوعية هي ..
 - أ. Joule
 - ب. J/mol
 - ج. J/°K
 - د. J/g°C
- ٢) أى المواد التالية له حرارة نوعية أكبر .
 - أ. 1 g ماء
 - ب. 1 g حديد
 - ج. 1 g لومسيوم
 - د. 1 g زئبق
- ٣) فى التفاعلات الطاردة للحرارة
 - أ. تنتقل الحرارة للنظام من الوسط المحيط.
 - ب. تنتقل الحرارة من النظام للوسط المحيط.
 - ج. لا تنتقل الحرارة من أو إلى النظام.
 - د. تنتقل الحرارة من وإلى النظام فى نفس الوقت.
- ٤) فى النظام المعزول ..
 - أ. يحدث تبادل كل من الحرارة والمادة مع الوسط المحيط
 - ب. يحدث تبادل للحرارة مع الوسط المحيط.
 - ج. يحدث تبادل للمادة مع الوسط المحيط.
 - د. لا يحدث تبادل للحرارة أو المادة مع الوسط المحيط.
- ٥) المقصود بالظروف القياسية للتفاعل
 - أ. تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 0°C
 - ب. تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 25°C
 - ج. تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 100°C
 - د. تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 273°C





ثانيًا : أسئلة متنوعة :

١) إذا علمت أن الحرارة النوعية للبلاتين = $0.133 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ ، والتيتانيوم = $0.528 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ ، والزنك = $0.388 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ ، فإذا كان لدينا عينة كتلتها 70 g من كل معدن عند درجة حرارة الغرفة ، أى المعدن ترتفع حرارته أولاً عند تسخينهم تحت نفس الظروف ، مع ذكر السبب؟

٢) وضع كيف أن عملية كسر وتكوين الرابطة المصاحبة للتفاعل الكيميائي تحدد نوع التفاعل إذا ما كان ماصاً للحرارة أو طارداً للحرارة.

٣) ما معنى أن ؟

أ. متوسط طاقة الرابطة في $\text{C} - \text{C}$ هي 346 kJ/mol

ب. الحرارة النوعية للماء = $4.18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$

ثالثًا : فكر واستنتج:

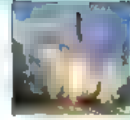
١) يتسبب الماء في اعتدال لمناخ في المناطق الساحلية شتاءً وصيفاً؟ فسر إجابتك.

٢) في الترمومتر العلى، هل النظام مفتوح أم مغلق؟

٣) متى تتسوى قيمة التغير في المحتوى الحرارى للتفاعل والإحتراف.

٤) يقوم المزارعون في البلدان ذات الجو شديد البرودة برش أشجار لفاكهة بقبيل من الماء.





الفصل الثاني : صور التغير في المحتوى الحرارى

نشاط معمل : حرارة الذوبان



خطوات إجراء النشاط :

- ✳ عين كتلة كوب القوم بالغطاء، ثم ضع فيها 50 mL من الماء المقطر، ثم ضع لغطاء، وعين كتلة الكوب مرة أخرى.
- ✳ ضع كوب القوم الأول بداخل كوب ثانى أكبر مع وضع بعض القطن بينهما كعازل، وسجل درجة حرارة الماء باستخدام الترمومتر الكحولى.
- ✳ عين كتلة 4 g من كلوريد الكالسيوم، ثم أضفها إلى الماء مع التحريك، ثم عين درجة حرارة لمحلول بعد التأكد من ذوبان المادة بالكامل.
- ✳ لاحظ التغير في درجة حرارة الماء بعد ذوبان كلوريد الكالسيوم.

الملاحظة :

الخطوات والملاحظات



✓ نعين التغيرات بمرور الوقت المصحوبة بعلامة الدوبان.

البيانات (البيانات)

✓ فحوص الفحوص - القليل - الملاحظة - الاستنتاج - تسجيل البيانات - تمثيل البيانات.

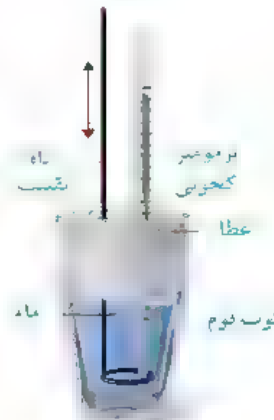
البيانات والملاحظات

✓ كوب من القوم بمحلول كوب من القوم بدون غطاء - ترمومتر كحولى - ميزان - ماء مقطر - كلوريد الكالسيوم

تسجيل البيانات :

- ✳ سجل البيانات بالجدول التالى، ثم فسرهما.

القيمة	الإجراء
	كتلة الكوب فارغاً
	كتلة الكوب والماء
	كتلة الماء
	درجة حرارة الماء
	كتلة كلوريد الكالسيوم
	درجة حرارة المحلول
	التغير في درجة الحرارة





مخيل المسائل :

- ❖ ما سبب التغير في درجة حرارة الماء بعد ذوبان كلوريد الكالسيوم ؟
- ❖ احسب الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند ذوبان كلوريد الكالسيوم .
- ❖ احسب عدد مولات كلوريد الكالسيوم ثم احسب التغير في المحتوى الحراري .
- ❖ هل يختلف التغير في درجة حرارة الماء إذا تم إذابة 6 g من كلوريد الكالسيوم ؟

الاستنتاج

- ❖ احسب التغير في المحتوى الحراري المصاحب لذوبان 4 g من كلوريد الكالسيوم في الماء.

الأسئلة التوجيهية

أولاً : اكتب المصطلح العلمي

- ① كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول واحد من المذاب في قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع
- ② ارتباط الأيونات المفككة بالماء
- ③ كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المادة من عناصرها الأولية بشرط أن تكون هذه المواد في حالتها القياسية .
- ④ كمية الحرارة المنطلقة عند إحتراق مول واحد من المادة إحتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين .

ثانياً . اكتب التفسير العلمي لكل مما يأتي :

- ① عند كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة في التفاعل والمواد الناتجة منه
- ② استخدام قانون هس في حساب حرارة تكوين أول أكسيد الكربون .
- ③ يصاحب عملية الذوبان تغير حراري .
- ④ لحرارة التكوين علاقة كبيرة بثبات المركبات .





ثالثاً مسائل متنوعة:

١) احسب التغير القياسي في المحتوى الحرارى للتفاعل التالى:



إذا علمت أن حررات التكوين كما يلى:

$$\text{H}_2\text{S} = -21 \text{ kJ/mol}, \text{HF} = -273 \text{ kJ/mol}, \text{SF}_6 = -1220 \text{ kJ/mol}$$

٢) عند إذابة مول من نترات الأمونيوم فى كمية من الماء وأكمل لحجم إلى 1000 mL انخفضت درجة لحرارة بمقدار 6°C احسب كمية الحرارة الممتصة (افترض أن كثافة المحلول = 1 g/mL والحرارة النوعية للمحلول = $4.18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$)

٣) إذا علمت أن التغير القياسي فى المحتوى الحرارى لاحتراق سائل الأوكتان (C_8H_{18}) = -1367 kJ/mol . اكتب المعدل الكيمياء المعبرة عن احتراق مول واحد من هذا السائل احتراقاً تاماً فى غرفة من الأكسجين.

أسئلة مراجعة الباب الرابع

أولاً: اكتب المصطلح العلمى:

- ١) كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المادة من عناصرها الأولية فى حالتها القياسية.
 - ٢) كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية.
 - ٣) معادلة كيميائية تتضمن تغير الحرارة المصاحب للتفاعل.
 - ٤) كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول واحد من المذاب فى قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع.
 - ٥) حرارة التفاعل مقدار ثابت فى الظروف القياسية سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو عدة خطوات.
- ثانياً: أعد كتابة العبارات التالية بعد تصويب ما تحته خط:

- ١) تعتبر الحرارة مقياس لمتوسط الطاقة الحركية للجزيئات لى تكون المادة أو النظام.
- ٢) يعرف الجول بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة (من 15°C إلى 16°C)
- ٣) وحدة قياس الحرارة النوعية هى J.
- ٤) تنشأ الطاقة الكيميائية فى الحريء من طاقة المستوى والذى هو محصلة طاقة حركة الإلكترون بالإضافة إلى طاقة وضعه
- ٥) التغير فى المحتوى الحرارى هو مجموع الطاقات المختزنة فى مول واحد من المادة.





الباب الرابع التحليل الحراري

- ٦) يكون النظام معتوحاً عندما لا يحدث انتقال أى من الطاقة والمادة بين النظام والوسط المحيط.
 - ٧) يستخدم الترمومتر كنظام معزول لقياس الحرارة الممتصة أو المنطلقة في التفاعل الكيميائي.
 - ٨) المحتوى الحراري للمادة عبارة عن مجموع الطاقات المختزنة في 1 kg من المادة.
- ثالثاً : بم تفسر :

- ١) يعتبر ذوبان يوديد البوتاسيوم في الماء ماص للحرارة .
 - ٢) يعتبر قانون هس أحد صور القانون الأول للديناميك الحرارية.
 - ٣) عند حدوث عملية التخفيف تزداد كمية المذيب وينتج عن ذلك زيادة في قيمة (ΔH) .
 - ٤) احتراق الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ داخل جسم الكائنات الحية يعتبر من تفاعلات الاحتراق الهامة .
 - ٥) يلجأ العلماء في كثير من الأحيان إلى استخدام طرق غير مباشرة لحساب حراره التفاعل
- رابعاً مسائل متنوعة .

- ١) امتصت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g كمية من الحرارة مقدارها 5700 J فارتفعت من درجة حرارة 25°C إلى 40°C ، احسب الحرارة النوعية لها.
 - ٢) احسب كمية الحرارة المنطلقة عند تبريد 350 g من الزئبق من 77°C إلى 12°C إذا علمت أن الحرارة النوعية للزئبق $(0.14 \text{ J/g}^\circ\text{C})$
 - ٣) يعتبر غاز الميثان CH_4 المكون الرئيسي للغاز الطبيعي، فإذا علمت أن $\Delta H_f^\circ = -965.1 \text{ kJ/mol}$ و $\Delta H_f^\circ = -74.6 \text{ kJ/mol}$ احسب كلاً من كمية الحرارة المنطلقة عند تكوين 50 g من غاز الميثان، وكذلك عند احتراق 50 g منه.
 - ٤) احسب التغير في المحتوى الحراري عن إذابة (80 g) من نترات الأمونيوم في كمية من الماء لتكوين لتر من المحلول علماً بأن درجة الحرارة الابتدائية 20°C أصبحت 14°C ثم أجب عن الأسئلة التالية
- أ. هل الذوبان طارد أم ماص؟ مع ذكر السبب؟
- ب. هل يمكن اعتبار هذا التغير الحراري معبراً عن حرارة الذوبان المولارية أم لا، علماً بأن $[N=14, O=16, H=1]$
- ٥) إذا علمت أن حرارة احتراق الإيثانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ هي (1367 kJ/mol) فاكتب المعادلة الحرارية المعبرة عن ذلك علماً بأن نواتج الاحتراق هي غاز ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء، ثم احسب الحرارة الناتجة عن حرق (100 g) من الكحول علماً بأن $[C=12, O=16, H=1]$



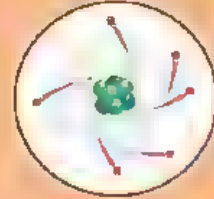
الأهداف العامة للباب الخامس :

في نهاية هذا باب يُصبح الطالب قادرًا على أن

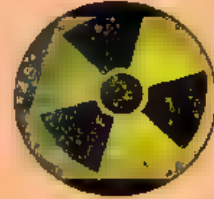
- يتعرف مكونات لدره
- بين اقوى جووية لموجودة في لواء
- يرتبط بين نسبة عدد استرويدات إلى ليروبوت والثبت ليوي
- يتعرف المصنوع بالظائر وتذكر أمثلة
- يعرف طاقة الرابطة ليوي
- يعرف مفهوم انكوارك وأنوع انكوارك
- يذكر تشمل التاريخي لظاهرة اشط الإشعاعي
- يعرف حساب ألفا وبيتا وأشعة جاما
- يعرف بين التفاعلات النووية وكتيبيته
- يعرف بين الأشطر والاندماج ليوي
- يشرح الأساس العلمي للتفاعلات النووية
- يتعرف الآثار لظاهرة للإشعاع
- يعرف لاستخدامات اسلحة للإشعاع

الباب الخامس

فصول الباب الخامس :



① نواة الذرة والجسيمات الأولية



② النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية

التلوث الإشعاعي : التلوث الإشعاعي

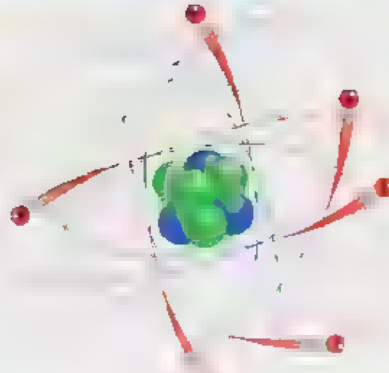
للذرة تركيب معين، فهي تتكون من نواة موجبة الشحنة وإلكترونات سالبة حولها، كذلك للنواة تركيب معين، فهي تتكون من نيوترونات متعادلة وبروتونات موجبة الشحنة. وتتماسك مكونات النواة معاً بفعل القوى النووية. ويمكن أن يختلف عدد النيوترونات في نوى ذرات العنصر الواحد، وبالتالي يكون لعنصر الواحد ما يسمى بالظائر ويوجد في الطبيعة نوعان من نظائر العناصر أحدهما نظائر مستقرة والأخرى نظائر مشعة تتميز بنشاطها الإشعاعي الطبيعي، وقد استطاع العلماء تحصيل نظائر مشعة صناعية عن طريق التفاعلات النووية التي لها أنواع مختلفة، أبرزها تفاعلات الانشطار النووي والاندماج النووي. وتعالج هذه الوحدة هذه المواضيع ضمن درسين، يتناول الدرس الأول تركيب نواة الذرة أما الدرس الثاني فيتناول انشطار الإشعاعي والتفاعلات النووية.

الكيمياء النووية

Nuclear Chemistry

المصطلحات الأساسية :

Isotopes	نظائر
Nuclear Force	القوة النووية
Stable Nucleus	نواة مستقرة
Quark	كوارك
Radioactivity	نشاط إشعاعي
Half life	عمر النصف
Nuclear Reaction	تفاعل نووي
Nuclear Fission	انشطار نووي
Nuclear Fusion	اندماج نووي
Nuclear Reactor	مفاعل نووي
Elementary Particles	جسيمات أولية

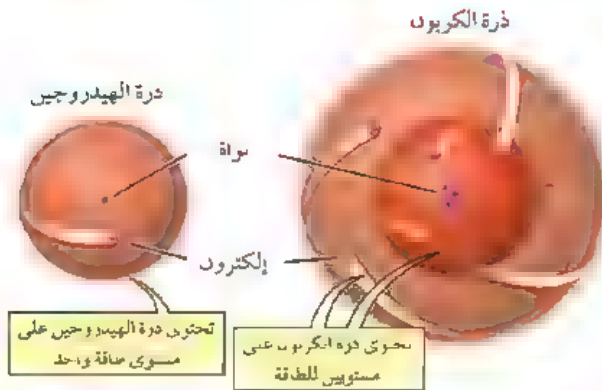


الفصل الأول: نواة الذرة والجسيمات الأولية

Atomic Nucleus and Elementary Particles

في التجميع

Atom Components مكونات الذرة



▲ شكل (١) تتكون الذرة من نواة تدور حولها الإلكترونات في مستويات للطاقة

من المعلوم أن المادة تتكون من ذرات ، هذه الذرات يعزى إليها الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة ، وفي نهاية القرن التاسع عشر كان قد تأكد أن الإلكترونات من المكونات الأساسية للذرات، وهي جسيمات كتلتها صغيرة جداً وشحنتها سالبة ، وحيث أن الذرة متعادلة كهربياً فهذا يعني أن الذرة تحمل شحنة موجبة مساوية لشحنة الإلكترونات السالبة ، ولكن كيفية توزيع كل من هذه الشحنات في الذرة لم يكن معروفاً في ذلك الحين.

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

- ✶ يتعرف مكونات الذرة والكهيات النووية التي تصنف النواة.
- ✶ يتعرف المقصود بالمطائر
- ✶ يتعرف خصائص القوى النووية
- ✶ يستنتج مصدر طاقة الترابط النووي ويحسبها
- ✶ يربط بين الشيات النووي وانسجبة بين عدد النيوترونات والبروتونات في النواة
- ✶ يتعرف الجسيمات الأساسية والأولية في الذرة
- ✶ يتعرف نموذج الكوارك ويستخدمه.



وضع العالم رذرفورد ١٨٧١ - ١٩٣٧ م نموذج لوصف الذرة ، الذي توصل إليه بعد تجارب عديدة ، حيث وصّف الذرة بأنها تتكون من نواة ثقيلة نسبيًا ، تتركز فيها كتلة الذرة وتحمل الشحنة الموجبة للذرة ، ويدور حولها على بعد كبير نسبيًا الإلكترونات سالبة الشحنة ووفقًا لهذا يسمى نموذج بور تدور الإلكترونات حول النواة في مدارات معينة ثابتة تسمى مستويات الطاقة وكل مستوى يشغله عدد معين من الإلكترونات لا يمكن أن يزيد عنه. توصلت حسابات رذرفورد إلى أن قطر النواة يتراوح ما بين $(10^{-4} : 10^{-5} \text{ nm})$ بينما يبلغ قطر الذرة حوالي (0.1 nm) . وفي عام ١٩١٩ م أثبت رذرفورد أن نواة الذرة تحتوي على جسيمات تحمل الشحنة الموجبة تسمى "بروتونات" والبروتون كتلته أكبر من كتلة الإلكترون بحوالي 1800 مرة وفي عام ١٩٣٢ م أيضًا اكتشف العالم شديوك أن النواة تحتوي على جسيمات متعادلة الشحنة تسمى "نيوترونات" وكتلة النيوترون تساوي تقريبًا كتلة البروتون

عدد الكتلة والعدد الذري :

اصطلح العلماء على وصف نواة ذرة أي عنصر باستخدام ثلاث كميات نووية هي :

- عدد الكتلة (A) • العدد الذري (Z) • عدد النيوترونات (N)

والجدول التالي ، يوضح هذه الكميات :

المصطلح	الرمز	العلاقة
عدد الكتلة	A	عدد البروتونات + عدد النيوترونات في النواة
العدد الذري	Z	عدد البروتونات في النواة - عدد الإلكترونات
عدد النيوترونات	N	$N = A - Z$

▲ جدول (١) الكميات النووية

ويلاحظ أن :

- البروتونات والنيوترونات داخل النواة تعرف باسم «نيوكليونات».
- عدد البروتونات (Z) في النواة يساوي عدد الإلكترونات حول النواة في حالة الذرة المتعادلة.

رمز النواة Nucleus Symbol :

إذا فرضنا عنصرًا رمزه الكيميائي (X) فإن نواة ذرة هذا العنصر يمكن وصفها بالطريقة الآتية :

$$A \text{ (عدد الكتلة = عدد البروتونات + عدد النيوترونات)}$$

X

$$Z \text{ (العدد الذري = عدد البروتونات)}$$

وفي بعض الأحيان يكتب الرمز كالآتي : A_ZX_N



مثال:

اكتب الرمز الكيميائي لنواة ذرة الألومنيوم إذا علمت أنها تحتوي على 13 بروتوناً بالإضافة إلى 14 نيوترونًا.

الحل:

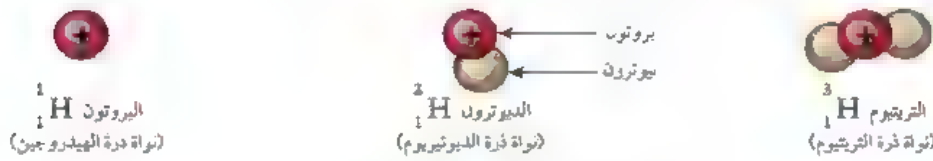
رمز عنصر الألومنيوم Al ويكون رمز نواة ذرة الألومنيوم هو $^{27}_{13}\text{Al}$

النظائر Isotopes :

النظائر : هي ذرات لعنصر نفسه تتفق في عددها لذرى (Z) وتختلف في عددها الكتلى (A) لأن أنوية الذرات تحتوي على نفس العدد من البروتونات وتختلف في عدد النيوترونات في النواة

وهذا يعنى أن ذرات النظائر تتفق في عدد الإلكترونات وترتيبها حول النواة ، وبذلك فهي تشابه في تفاعلاتها الكيميائية.

والأمثلة على النظائر كثيرة ، لمعظم عناصر الجدول الدورى لها نظائر، وحتى أبسط العناصر الموجودة في الطبيعة وهو الهيدروجين له ثلاثة نظائر ^1_1H ، ^2_1H ، ^3_1H . وذرة الطير ^1_1H تتكون من بروتون يدور حوله إلكترون واحد، ويطلق على نواة ذرة النظير ^2_1H اسم الديوترون وهي عبارة عن بروتون ونيوترون بينما نواة التريتيوم عبارة عن بروتون و 2 نيوترون.



▲ شكل (٢) أنوية ذرات نظائر الهيدروجين

كذلك عنصر الأكسجين، يوجد له ثلاثة نظائر $^{16}_8\text{O}$ ، $^{17}_8\text{O}$ ، $^{18}_8\text{O}$.

ويمكن تعيين الكتلة الذرية لعناصر بمعلومية الكتل الذرية النسبية لنظائرها ونسبة وجود كل منها.

مثال:

احسب الكتلة الذرية لعنصر النحاس ، علمًا بأنه يتواجد في الطبيعة على هيئة نظيرين هما

^{63}Cu (نسبة وجوده 69.09%) و ^{65}Cu (نسبة وجوده 30.91%).

$$[^{63}\text{Cu} = 62.9298 \text{ amu} , ^{65}\text{Cu} = 64.9278 \text{ amu}]$$



الحل:

$$\begin{aligned} \text{مساهمة } ^{63}\text{Cu} \text{ في الكتلة الذرية} &= \frac{69.09}{100} \times 62.9298 = 43.4782 \text{ amu} \\ \text{مساهمة } ^{65}\text{Cu} \text{ في الكتلة الذرية} &= \frac{30.91}{100} \times 64.9278 = 20.069 \text{ amu} \\ \text{الكتلة الذرية للنحاس} &= 43.4782 + 20.069 = 63.55 \text{ amu} \end{aligned}$$

معلومات إضافية

تستخدم في الكيمياء النووية بعض المصطلحات النووية الأخرى بالإضافة للظواهر هي :

- الأيزوبارات : وهي أنوية ذرات عناصر مختلفة لها نفس عدد الكتلة (A) ، ولكنها تختلف في العدد الذري (Z) مثال ذلك : $^{17}_8\text{O}$ ، $^{17}_9\text{F}$
- الأيزوتونات : وهي أنوية ذرات عناصر مختلفة لها نفس عدد النيوترونات ، ولكنها تختلف في عدد الكتلة مثل : $^{16}_8\text{O}$ ، $^{17}_9\text{F}$



وحدات الكتلة والطاقة Mass and Energy Units

من المعروف أن وحدة قياس الكتلة في النظام الدولي للوحدات هي الكيلوجرام ، ولكن لكون كتل ذرات نظائر العناصر صغيرة جداً ، فإنها تقدر بوحدة الكتل الذرية (amu) والتي تختصر إلى (u) وهي تعادل $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

في التفاعلات النووية تتحول المادة إلى طاقة ويمكن حساب الطاقة الناتجة عن تحول كتلة ما مقدرة بوحدة kg من المادة إلى طاقة بتطبيق معادلة آينشتاين:

$$E = m c^2$$

حيث: m الكتلة مقدرة بوحدة كيلوجرام

$$c \text{ سرعة الضوء في الفراغ وتساوي } (3 \times 10^8 \text{ m/s})$$

E الطاقة الناتجة عن تحول كتلة ما مقدرة بوحدة u من المادة إلى طاقة من العلاقة:

$$E = m \times 931$$

حيث: m الكتلة مقدرة بوحدة لكتل الذرية

E الطاقة الناتجة مقدرة بوحدة مليون إلكترون فولت MeV



نقل الشحنة

يستخدم في قياس الطاقة وحدة أخرى بالإضافة إلى الجول تسمى «إلكترون فولت» ويرمز لها بالرمز (eV) حيث :

$$1 \text{ eV} = 1.604 \times 10^{-19} \text{ J}$$

هناك وحدة أكبر تسمى «مليون إلكترون فولت» ويرمز لها (MeV) حيث :

$$1 \text{ MeV} = 1.604 \times 10^{-13} \text{ J}$$

Nuclear Forces القوى النووية

ذكرنا في بداية هذه الوحدة أن النواة تتكون من بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات لا تحمل شحنة. ولكن ما الذي يجعل نواة الذرة متماسكة؟ أى ما الذى يؤدي إلى تماسك النيوكليونات داخل النواة؟ من المعلوم أن البروتونات فى النواة تتنافر مع بعضها بفعل القوى الكهربائية، ومن هنا فإنه من المستحيل أن تكون النواة ثابتة إذا كانت القوة الوحيدة بين البروتونات هى قوى التنافر الكهروستاتيكية، ولا شك أنه توجد قوة جاذبية بين النيوكليونات داخل النواة، مثل قوة الجاذبية بين أى جسمين ماديين. ولكن مقدار قوى الجاذبية هذه صغيرة جداً لا تتعادل مع قوى لتنافر الكهربائية بين النيوكليونات.



▲ شكل (٣) إذا كانت قوى الجاذبية بين النيوكليونات صغيرة جداً، فلأنه من وجود قوة تعمل على دفع النيوكليونات نحو بعضها بعضاً

من الواضح أن الجمع بين النيوكليونات داخل النواة لا يمكن أن يتم له الاستقرار إلا فى وجود قوى أخرى تعمل على ترابط هذه النيوكليونات. هذه القوة تسمى «القوة النووية القوية» لأن تأثيرها يكون كبير جداً على النيوكليونات داخل الحيز لصغير لنواة الذرة وللهذه القوة الخصائص التالية :

- ❖ قوة قصيرة المدى.
- ❖ لا تعتمد على ماهية النيوكليونات، فهى واحدة فى الأزواج التالية : (بروتون - بروتون، بروتون - نيوترون، نيوترون - نيوترون).
- ❖ هى قوة هائلة.



طاقة الترابط النووي Nuclear Binding Energy

لقد ثبت علمياً أن كتلة النواة وهى متماسكة تكون أقل من مجموع كتل النيوكليونات المكونة لها .

النقص فى الكتلة = الكتلة النظرية الكتلة المعلية

حيث هــد النقص فى الكتلة هو خاصية مميزة لكل نواة يتحول إلى طاقة تستخدم لربط مكونات النواة لتستقر داخل الحيز النووى المتناهى فى الصغر وتسمى "طاقة الترابط النووى"

وباستخدام قانون آينشتين لتحويل الكتلة إلى طاقة ، فإن :

طاقة الترابط النووى BE (MeV) = النقص فى الكتلة $\times 931$

وتسمى القيمة التى ساهم بها كل نيوكليون فى طاقة الترابط للنواة " طاقة الترابط لكل نيوكليون " ونسأوى : $(\frac{BE}{A})$ وتتخذ طاقة الترابط لكل نيوكليون مقياساً لثبات النواة

مثال:

إذا علمت أن الكتلة الفعلية لنواة ذرة الهيليوم ${}^4_2\text{He} = 4.00150 \text{ u}$ المقاسة عملياً

احسب طاقة الترابط النووى بوحدة المليون إلكترون فولت ثم احسب طاقة الترابط لكل نيوكليون

إذا علمت أن كتلة البروتون 1.00728 u ، كتلة النيوترون 1.00866 u

الحل:

تتألف نواة ذرة الهيليوم من بروتونين ونيوترونين ونحسب طاقة ترابطها من العلاقة :

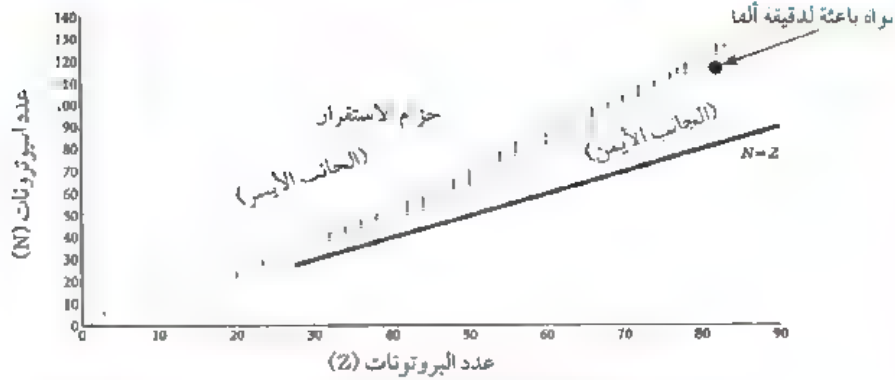
$$BE = [(2 \times 1.00728 + 2 \times 1.00866) - 4.00150] \times 931 \text{ MeV} = 28.28 \text{ MeV}$$

وتكون طاقة الترابط لكل نيوكليون $7.07 \text{ MeV} = \frac{28.28}{4}$

استقرار (ثبات) النواة ، ونسبة (النيوترون / بروتون)

Nucleus Stability , (Neutron / Proton) ratio

يعرف لعنصر المستقر (الثابت) بأنه : العنصر الذى تبقى نواة ذرته ثابتة على مر الزمن ، فلا يكون له أى نشاط إشعاعى . أما العنصر غير المستقر ، فـن نواته تنحل مع الزمن من خلال النشاط الإشعاعى . فإذا رسمنا علاقة بيانية بين عدد النيوترونات (N) وعدد البروتونات (Z) وذلك لجميع أنوية ذرات العناصر المستقرة والموجودة فى الجدول الدورى فإنت نجد أن جميع الأنوية تقع على أو قريبة من خط ينحرف قليلاً إلى أعلى بزيادة Z عن الخط الذى يمثل $N = Z$ كما فى الشكل (٤)



▲ شكل (٤) خط الثبات ، كل نقطة على هذا الرسم تمثل نواة مستقرة (للاضاح فقط)

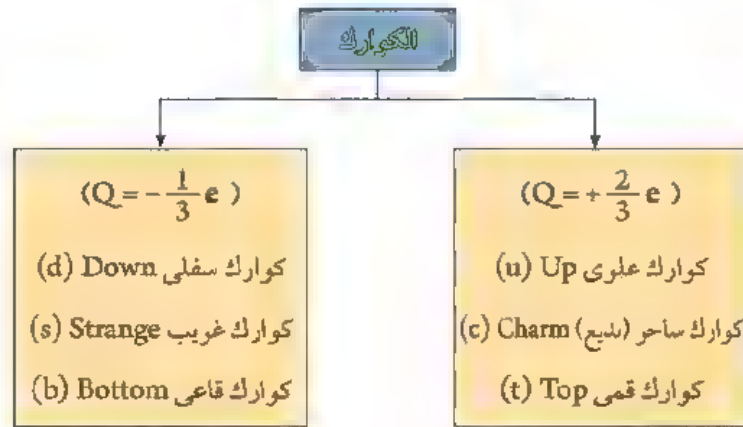
بدراسة لشكل البياني تبين أن:

- ❖ أنوية ذوات العناصر الخفيفة المستقرة يكون فيها عدد النيوترونات يساوى عدد البروتونات وتكون النسبة $N : Z$ هي $1 : 1$ ، وتزايد هذه النسبة تدريجيًا كلما انتقلنا للعناصر الأثقل في الجدول الدوري إلى أن تصل إلى حوالي $1.53 : 1$ في حالة نواة ذرة الرصاص $^{208}_{82}\text{Pb}$.
- ❖ نواة العنصر التي يكون موقعها ، على الجانب الأيسر من حزام الاستقرار Belt of stability غالبًا ما تكون نواة غير مستقرة ، ويكون عدد النيوترونات بها أكبر من حد الاستقرار ، وتكتسب هذه لنواة استقرارها عندما يتحول أحد النيوترونات الزائدة إلى بروتون وانبعاث إلكترون سالب يسمى جسيم بيتا ، ويرمز له بالرمز (β^-) .
- ❖ نواة العنصر التي يكون موقعها على الجانب الأيمن من حزام الاستقرار يكون عدد البروتونات بها أكبر من حد الاستقرار ، وتكتسب هذه النواة استقرارها بتحول أحد البروتونات الزائدة إلى نيوترون وانبعاث إلكترون موجب يسمى "بوزيترون" ويرمز له (β^+) ، وبذلك تتعدل النسبة النيوترون - بروتون بالنواة لتقترب من حزام الاستقرار.
- ❖ نواة العنصر التي يكون عددها الذري كبيرًا ويكون موضعها أعلى حزام الاستقرار يمكن أن تكتسب استقرارها بانبعاث $(2$ بروتون + 2 نيوترون) على شكل دقيق أطلق عليها دقيقة ألفا ويرمز بها بالرمز (α) .



مفهوم الكوارك Quark

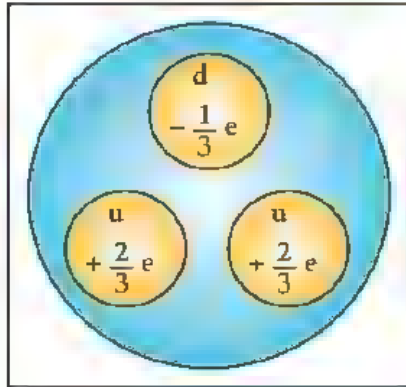
في عام 1964م أثبت العالم (موري جيل مان) أن البروتونات عبارة عن تجمع من جسيمات أولية أطلق عليها اسم كواركات " ، يبلغ عددها ستة أنواع وكل كوارك يتميز برقم يرمز له بالرمز Q يعبر عن شحنة منسوبة إلى شحنة الإلكترون وتأخذ القيم $(+\frac{2}{3}e \text{ أو } -\frac{1}{3}e)$ والمخطط التالي يوضح أنواع الكواركات وقيم Q لكل منها :



تركيب البروتون

يتكون البروتون من ارتباط 2 كوارك علوي (u) مع

1 كوارك سفلي (d)



▲ شكل (٥) تركيب البروتون

وتفسر الشحنة الكهربائية الموجبة للبروتون Q_p بأنها مجموع شحنات الكواركات الثلاثة المكونة له.

$$Q_p = \frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = +1$$

(u) (u) (d)



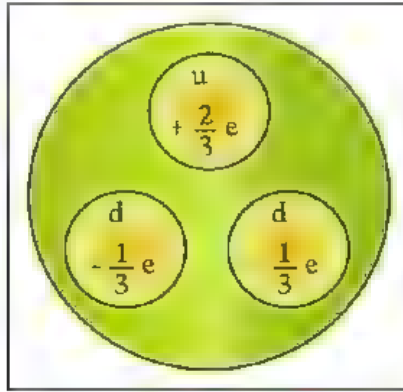
تركيب النيوترون

يتكون النيوترون من ارتباط 1 كوارك علوي (u) مع 2 كوارك سفلي (d)

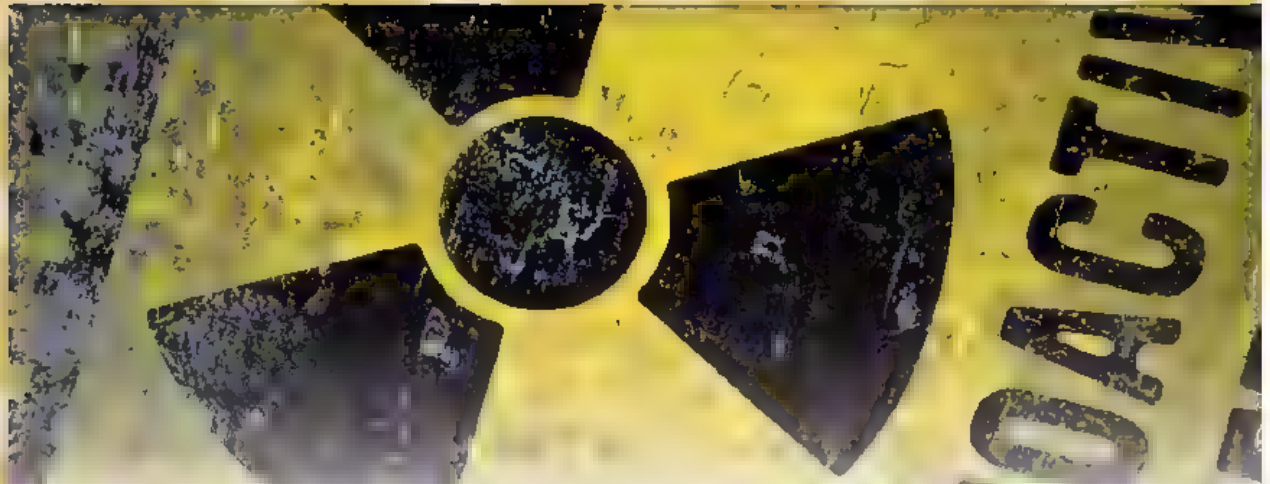
ونفس الشحنة الكهربائية لمتعادلة للنيوترون Q_n بأنها مجموع شحنات الكواركات الثلاثة المكونة له.

$$Q_n = \frac{2}{3} + \left(-\frac{1}{3}\right) + \left(-\frac{1}{3}\right) = 0$$

(u) (d) (d)



▲ شكل (٦) تركيب النيوترون



الفصل الثاني: النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية

Radioactivity and Nuclear Reactions

من الكشف الهامة التي أدت إلى تطور كبير في معلوماتنا عن الذرة وتركيبها، كشف ظاهرة النشاط الإشعاعي. اكتشف هذه الظاهرة العالم هنري بيكريل في أوائل عام ١٨٩٦ م، وكان أول من أطلق على هذه الظاهرة هذا الاسم مدام كوري وذلك عام ١٨٩٨ م. عند كشف ظاهرة النشاط الإشعاعي كان اهتمام الباحثين موجهًا إلى معرفة طبيعة الإشعاعات المنطلقة من المواد المشعة ومقارنة خواصها واتبع في ذلك صريقتن هما:

- ❖ اختبار مقدرة الإشعاعات على احتراق المواد.
 - ❖ قياس انحراف الإشعاعات بتأثير كل من المجال المغنطيسي والمجال الكهربائي.
- دلت التجارب أن هناك ثلاثة إشعاعات مختلفة تنطلق من المواد ذات النشاط الإشعاعي لطسمى وهي:

- ❖ إشعاعات ألفا α : هي عبارة عن دقائق تتكون كل منها من بروتونين ونيوترونين. أي أن كل دقيقة من دقائق ألفا عبارة عن نواة ذرة الهيليوم لذا يرمز لدقيقه ألفا في التفاعلات النووية بالرمز ${}^4_2\text{He}$.

في الشرح التعليمي

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادرًا على أن:

- ❖ يتفهم ظاهرة النشاط الإشعاعي
- ❖ يعرّف بين إشعاعات ألفا وبيتا وجاما
- ❖ يتفهم المقصود بعمر النصف للعنصر المشع
- ❖ يصنّف الإشعاعات النووية
- ❖ يقرر بين تفاعلات الانشطار النووي والاندماج النووي
- ❖ يفهم الأساس العلمي لعمل المفاعل النووي
- ❖ يحدد بعض الآثار الصادرة للإشعاع
- ❖ يحدد بعض الاستخدامات السلمية للإشعاع



❖ إشعاعات بيتا هي دقائق تحمل صفات الإلكترونات (${}^0_{-1}e$) من حيث الكتلة والسرعة ، ونسبت دقائق بيتا من أنوية ذرات العناصر المشعة أو في التفاعلات النووية وكتلة دقيقة بيتا مهملة بالنسبة لوحدة الكتلة الذرية وشحنتها تعادل وحدة الشحنت السالبة ويرمز لها بالرمز (β) .

❖ أشعة جاما : هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات طول موجي قصير جداً تساوي سرعتها سرعة الضوء ، وهي أقصر الأمواج الكهرومغناطيسية في طولها الموجي بعد الأشعة الكونية وبذلك فإن ترددها كبير ، وطاقة فوتوناتها كبيرة ، ولأنها أمواج كهرومغناطيسية فإنها لا تحمل شحنة ، وليس لها كتلة وبالتالي فإن نبعاتها من نواة ذرة العنصر المشع لا يؤدي إلى تغير في العدد الذري أو عدد الكتلة لهذه النواة. وتنبعث أشعة جاما من نوى ذرات لعناصر عندما تكون هذه النوى غير مستقرة (تكون طاقتها زائدة عما هي عليه في حالة استقرارها).

والجدول التالي ، يوضح مقارنة بين خواص الأنواع الثلاثة من الإشعاعات التي تطلق من مادة مشعة.

الإشعاع	الرمز	طبيعة الإشعاع	الكتلة التقريبية	القدرة على تأين ذرات الوسط الذي تمر فيه	القدرة على النفاذ	الانحراف بالمجال الكهربائي أو المغناطيسي
ألفا	α ${}^4_2\text{He}$	نواة هيليوم 2 بروتون 2 نيوترون	أربعة أمثال كتلة البروتون	لها قدرة قوية	ضعيفة - فورقة بسمك ورقة كراس تمنع مرورها	انحراف صغير
بيتا	β ${}^0_{-1}e$	إلكترون	$\frac{1}{1800}$ من كتلة البروتون	أقل من قدرة ألفا	متوسطة فشريحة من الألمنيوم سمكها 5 mm تمنع مرورها	انحراف كبير
جاما	γ	موجات كهرومغناطيسية	-----	أقل الإشعاعات قدرة	عالية جداً أكثرهم قدرة على النفاذ وتستطيع المرور خلال شريحة من الرصاص سمكها بضع سنتيمترات ولكن شدتها تقل	لا تنحرف

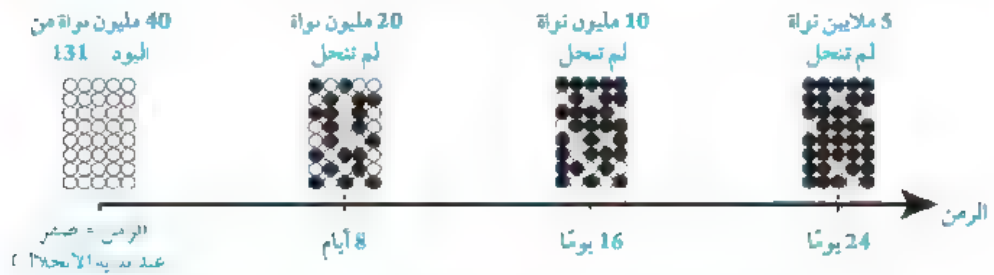
▲ جدول (٢) يوضح مقارنة بين أنواع الإشعاعات



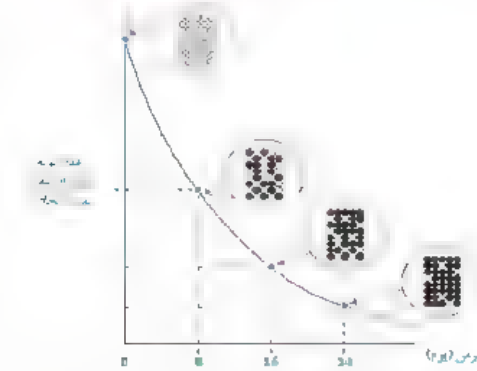
عمر النصف Half-life

عندما تبعث دقائق ألفا أو أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مشع فإنه يقال : إن هذه النواة حدث لها انحلال إشعاعي ويقل نشاط المادة المشعة بمرور الزمن ويسمى الزمن اللازم لتحلل عدد أنوية ذرات العنصر المشع إلى النصف بعمر النصف $t_{1/2}$.

فإذا أخذنا على سبيل المثال عينة من عنصر اليود المشع (يود - 131) تتحلل نواة واحدة فقط كل ثانية من بين 1,000,000 نواة يود موجودة في هذه اللحظة. والشكل التالي يمثل انحلال (يود - 131) ، شكل (٩).



▲ شكل (٧) مقدار الزمن الذي يتبقى فيه عدد أنوية اليود بالإشعاع إلى نصف العدد الأصلي يسمى "عمر النصف". في هذا الشكل ○ تمثل مليون نواة يود لم تتحلل أما ● تمثل مليون نواة يود انحلت ويمكن تمثيل انحلال يود - 131 برسم علاقة بيانية كما في الشكل (٨)



▲ شكل (٨) منحنى انحلال اليود - 131 ، عمر النصف له 8 أيام

مثال:

احسب عمر النصف لعنصر مشع ، إذا علمت أن عينة منه كتلتها 12 g يتبقى منها 1.5 g بعد مرور 45 days

الحل:

$$12 \text{ g} \xrightarrow[t_1]{t_1} 6 \text{ g} \xrightarrow[t_2]{t_2} 3 \text{ g} \xrightarrow[t_3]{t_3} 1.5 \text{ g}$$

$$\therefore D = 3 \quad \therefore t_{1/2} = \frac{t}{D} = \frac{45}{3} = 15 \text{ days}$$



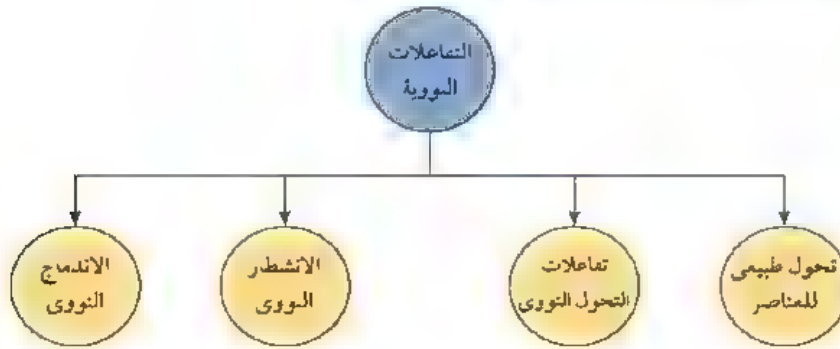
ماذا يقصد بقولنا إن عمر النصف لليود المشع 131 يساوي 8 days ؟

يعنى هذا أن الزمن الذى يتناقص فيه عدد أنوية عنصر اليود المشع إلى نصف عددها الأصلي عن طريق الانحلال الإشعاعى ، هذا الزمن يساوي 8 days . وتستخدم فترة عمر النصف فى تحديد عمر الصخور والمياه.

التفاعلات النووية Nuclear Reactions

التفاعلات النووية هى عمليات تتضمن تغير تركيب أنوية ذرات العناصر المتفاعلة وتكوين أنوية ذرات عناصر جديدة عند تنقلى أنوية الذرات المتفاعلة، والتفاعلات النووية تختلف عن التفاعلات الكيميائية؛ فالتفاعل الكيميائى يحدث بين ذرات العناصر عن طريق الارتباط بين الإلكترونات الموجودة فى مستويات الطاقة الخارجية لذرات العناصر المتفاعلة ولا يحدث تغير لنوى هذه الذرات.

ويمكن تصنيف التفاعلات النووية إلى الأنواع التالية:



التحول الطبيعى للعناصر Natural Transmutation

يحدث هذا التحول لأنوية ذرات العناصر التى تقع أعلى حزم الاستقرار أو أسفله ، حيث يكون لهذه الأنوية نسبة $(\frac{N}{Z})$ تختلف عن هذه النسبة للأنوية المستقرة التى تقع على الحزام ، وتكون نتيجة هذا التحول أن تتغير النواة غير المستقرة تغيراً تلقائياً متحولة إلى نواة أخرى ينبعث إشعاع ألفا أو إشعاع بيتا.

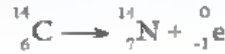
مثلاً: تتحلل نواة اليورانيوم - 238 متحولة إلى نواة الثوريوم - 234 وذلك بانبعث دقيقة ألفا وتوصف هذه العملية بالمعادلة النووية التالية :



ويلاحظ من هذه المعادلة أن اليورانيوم - 238 تحول إلى عنصر آخر هو الثوريوم - 234 ويلاحظ أيضاً أن عدد الكتلة (A) للنواة الأصلية يساوى مجموع أعداد الكتلة لدقيقة ألفا والنواة الناتجة. كذلك العدد الذرى (Z) يكون متساوياً فى طرفى المعادلة.



كذلك نواة ذرة الكربون المشع $^{14}_6\text{C}$ تتحول إلى نواة ذرة النيتروجين $^{14}_7\text{N}$ بانبعث دقيقة بيتا. وتذكر أن دقيقة بيتا هي إلكترون ينبعث من النواة، ويعبر عن هذا التفاعل بالمعادلة النووية التالية:



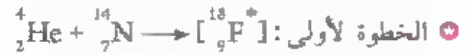
لاحظ أنه عند انبعاث دقيقة بيتا فإن نيوترون في نواة الكربون قد تحول إلى بروتون مما يؤدي إلى زيادة العدد الذري بمقدار واحد، وأن عدد الكتلة (عدد النيوكليونات) يظل كما هو، ولاحظ أيضاً أن دقيقة بيتا يمر لها بالرمز $^0_{-1}\text{e}$ ، حيث يمثل الرقم (1-) شحنة الإلكترون، أما الصفر فإنه يعني أن الكتلة مهملة بمقارنتها بكتلة البروتون أو النيوترون في هذه المعادلة نلاحظ اتزان كل من عدد الكتلة (A) والعدد الذري (Z)

التحول النووي (العنصري) Nuclear Transmutation

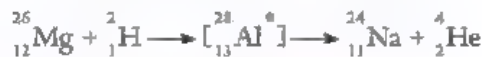
إذا أريد لنواتين أن تتفاعلا يتم تسريع إحداها، بحيث تكتسب طاقة حركة مناسبة، بحيث تستطيع الاقتراب من النواة الأخرى. النواة التي يتم تسريعها تسمى "القذيفة" أما النواة الأخرى تسمى "الهدف" ومن أمثلة القذائف:



وهذه القذائف يمكن تسريعها باستخدام أجهزة تسمى المعجلات النووية مثل الفاندجراف والسيكلترون. لقد كان أول من أجرى تفاعلاً نووياً صناعياً هو العالم رذرفورد عام ١٩١٩م، حيث اكتشف أنه عند مرور دقائق ألفا في غاز النيتروجين فإن دقيقة ألفا تمتزج نواة ذرة النيتروجين مكونة نواة ذرة الفلور $^{18}_9\text{F}^*$ وتسمى "النواة لمركبة" هذه النواة تكون غير مستقرة وذات طاقة عالية، وتتحلل من الطاقة الزائدة لكي تعود إلى وضع الاستقرار فيطلق بروتون سريع ^1_1H وتتحول نواة ذرة النيتروجين إلى نواة ذرة أكسجين. ومن هنا فإنه يمكن النظر لهذا التحول لنوى على أنه يتم على خطوتين:



ومن الواضح أنه في التحول النووي تتحول العناصر المتفاعلة إلى عناصر أخرى مختلفة. ففي تجربة رذرفورد هذه تحول النيتروجين إلى أكسجين وفيما يلي أمثلة أخرى على التحول النووي تؤدي إلى تحول العناصر إلى عناصر أخرى:





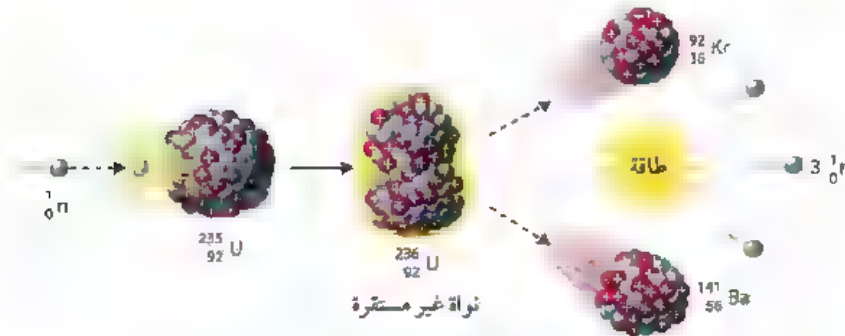
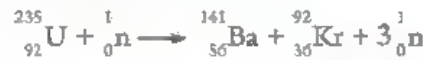
ومن المهم أن نتنبه عند موازنة المعادلات النووية إلى مراعاة قانوني حفظ الشحنة وحفظ المادة والطاقة. ويقتضى قانون حفظ الشحنة أن يكون مجموع الأعداد الذرية في طرف المعادلة الأيسر مساوياً لمجموع الأعداد الذرية في طرف المعادلة الأيمن. ويقتضى قانون حفظ الكتلة والطاقة أن يحفظ عدد الكتلة، أي يكون مجموع أعداد الكتلة في طرف المعادلة الأيسر مساوياً لمجموع أعداد الكتلة في الطرف الأيمن.

الانشطار النووي Nuclear Fission

توصل العلماء عام ١٩٣٩م لنوع من التفاعلات النووية سمي الانشطار النووي، والانشطار النووي هو انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متقاربتين في الكتلة نتيجة تفاعل نووي معين. فعندما تقذف نواة ذرة اليورانيوم - 235 بنيوترون، ولا يحتاج النيوترون لسرعة عالية لكي يستطيع دخول النواة فهو لا يلاقى تناقضاً، حيث إنه يعتبر قذيفة متعادلة، فإن النيوترون البطيء يدخل إلى نواة اليورانيوم - 235 التي تتحول إلى نظير يورانيوم - 236 وهو نظير غير مستقر لا يزيد مدة بقاؤه عن 10^{-12} ثانية، تنشط بعدها النواة $^{236}_{92}\text{U}$ إلى نواتين (X)، (Y) تسميان شظايا الانشطار النووي، وهناك العديد من الاحتمالات الممكنة لهذه الشظايا، إذ يوجد حوالي 90 نواة وليدة مختلفة يمكن أن تنتج من هذا الانشطار، كما ينتج في الغالب ما بين نيوترونين أو ثلاثة في العملية، ويمكن تمثيل هذا التفاعل بالمعادلة التالية:



ومن النواتج الشهيرة للتفاعل الانشطاري الباريوم والكريبتون طبقاً للمعادلة:



▲ شكل (٩) يمثل عملية انشطار نواة اليورانيوم - 235 عند قذفها ببنيوترون



الاندماج النووي Nuclear Fusion

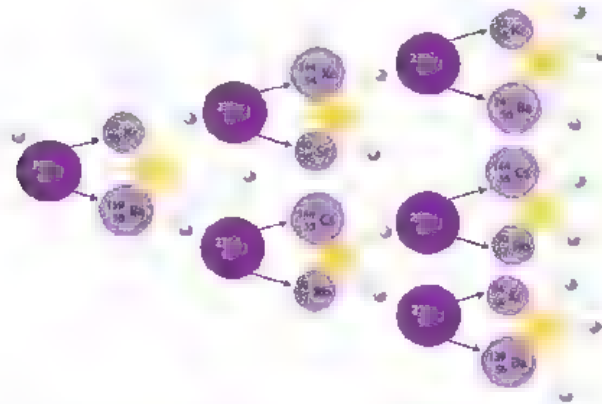
يسمى تقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متوسطتين بالانشطار النووي ، وعكس هذا التفاعل أى دمج نواتين خفيفتين لتكوين نواة ثقيل منهما هو تفاعل نووى آخر يطلق عليه اسم «الاندماج النووي» فعلى سبيل المثال إذا دمج ديوترونان معاً لتكوين نواة هيليوم ، فإن كتلة نواة الهيليوم والنيوترون تقل عن مجموع كتلتى الديوترونين ، يتحول هذا الفرق فى الكتلة إلى طاقة مقدارها 3.3 مليون إلكترون فولت تتحرر مع دمج هذين الديوترونين. هذا الاندماج النووى يمكن تمثيله بالمعادلة النووية التالية :



ولحدوث الاندماج النووى يلزم توفر درجة حرارة عالية تصل إلى رتبة 10^7 درجة مطلقية. ونظراً لارتفاع درجة الحرارة هذه ، فإن الاندماج النووى يصعب تحقيقه فى المختبرات ، غير أن هذا التفاعل يحدث داخل الشمس (كما يحدث داخل معظم النجوم) ، حيث تصل درجة الحرارة إلى ملايين الدرجات المئوية والاندماج النووى هو مصدر الطاقة المدمرة للقبلة الهيدروجينية.

المفاعل النووى Nuclear Reactor

رأينا فى عملية الانشطار النووى أن مجموعة من النيوترونات تنتج من التفاعل بالإضافة إلى شظايا الانشطار. ويستطيع كل من هذه النيوترونات (إذا كانت سرعته مناسبة) أن يشطر نواة جديدة من نوى ${}^{235}_{92}\text{U}$ وينتج عن هذه الانشطارات الحديدية نيوترونات جديدة أخرى تستطيع أن تقوم بالعملية السابقة نفسها فتشطر نوى أخرى من نوى ${}^{235}_{92}\text{U}$... وهكذا. ويطلق على هذا التفاعل اسم "التفاعل المتسلسل". ويوضح شكل (١٠) كيفية مصاعفة عدد النوى التى تشطر إذا استمر التفاعل بهذا الشكل.

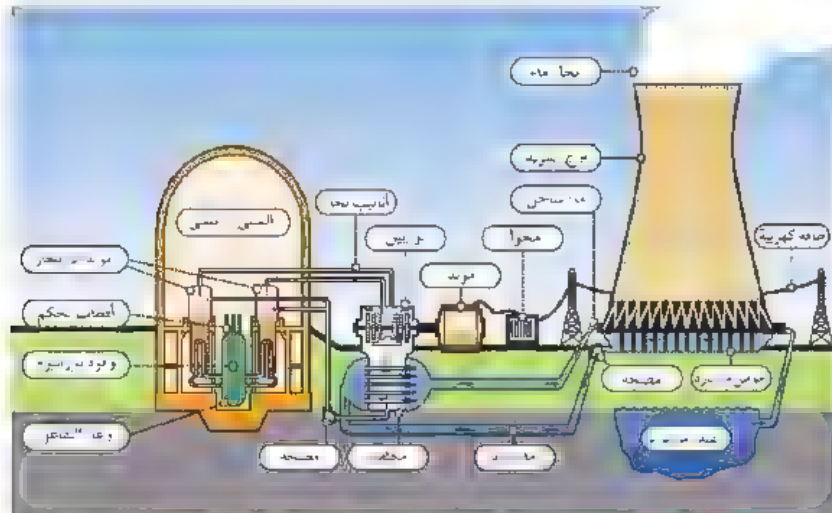


▲ شكل (١٠) التفاعل المتسلسل يبدأ بالنقاط نواة ذرة اليورانيوم لنيوترون

ويتولد عن التفاعل المتسلسل طاقة حرارية ضخمة تتزايد باستمرار التفاعل إذا أمكن استخدام أكبر عدد من النيوترونات المتاحة وهذا هو مبدأ عمل القنبلة الانشطارية. إذا اردنا للتفاعل المتسلسل أن يستمر



بطريقة ذاتية فإنه يلزم حجم معين من اليورانيوم - 235 يسمى «الحجم الحرج» وهو عبارة عن كمية من اليورانيوم - 235 يقوم فيها نيوترون واحد - في المتوسط - من كل تفاعل بدء تفاعل جديد، وبهذه الطريقة يظل التفاعل مستمرًا بنفس معدله الابتدائي البطيء، وإذا كانت الكمية المستخدمة من اليورانيوم أكبر بكثير من الحجم الحرج، فإن التفاعل سيستمر بمعدل سريع يؤدي إلى حدوث انفجار (وقد يكون هذا مطلوبًا في صناعة قنبلة نووية) وإذا أردنا التحكم في التفاعل المتسلسل بحيث ينتج في النهاية طاقة ولا يحدث انفجار فهي هذه الحالة لابد من التحكم في عدد النيوترونات الناتجة من التفاعل المتسلسل ويتم ذلك في المفاعل النووي باستخدام قضبان من الكادميوم ماصة للنيوترونات، وعند وضعها داخل المفاعل فإن التفاعل النووي المتسلسل يأخذ في الإبطاء، ويمكن ضبط معدله بشكل جيد بالتحكم في وضع قضبان الكادميوم وعددها والمفاعل النووي يعتبر مصدرًا للطاقة الحرارية التي تستخدم لتوليد البخار الذي يستخدم بالتالي في توليد الطاقة الكهربائية عن طريق استخدام توربينات بخارية.



▲ شكل (١١) شكل مخطط لمفاعل نووي لإنتاج الطاقة (ملاحظة: الخطوط)

مقارنة بين التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية :

التفاعلات النووية	التفاعلات الكيميائية
تتم عن طريق مكونات أنوية لذرات	تتم عن طريق إلكترونات المستوى الخارجي
غالبًا ما يصاحبها تحول العنصر إلى عنصر آخر أو نظير	لا ينتج عنها تحول العنصر إلى عنصر آخر
نظائر العنصر الواحد تعطي نواتج مختلفة	لا تختلف نواتج التفاعل باختلاف نظير العنصر
الطاقة الناتجة هائلة	طاقة الناتجة صغيرة

▲ جدول (٣) مقارنة بين التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية



الاستخدامات السلمية للإشعاع

تستخدم المواد المشعة في مجالات عديدة كالطب والصناعة والزراعة والبحث العلمي ، كما أن الطاقة المويّة الهائلة التي تنطلق في المفاعلات النووية تستخدم لإنتاج الطاقة الكهربائية في محطات القوى الكهربائية. وسوف يذكر فيما يلي أمثلة لاستخدامات المواد المشعة في بعض المجالات.

في مجال الطب :

تستخدم أشعة جاما لثي تنبعث من نظير الكوبلت - 60 أو لسيزيوم - 137 في قتل الخلايا السرطانية وذلك بتوجيه أشعة جاما إلى مركز الورم ، كذلك يستخدم الراديوم - 226 في شكل إبر تغرس في الورم السرطاني بهدف قتل خلاياه.

في مجال الصناعة :

تستخدم أشعة جاما في التحكم الآلي في بعض خطوط الإنتاج ومثل ذلك عملية التحكم الآلي في صب انصب المنصهر ، حيث يتم وضع مصدر لأشعة جاما مثل الكوبلت - 60 أو السيزيوم - 137 عند أحد جوانب آلة الصب ويوضع في الجانب الآخر كاشف اشعاعي يستقبل أشعة جاما ، وعندما تصل كتلة الصبب إلى أبعاد معينة لا يستطيع الكاشف استقبال أشعة جاما ، وهنا يتم وقف عملية الصب.

في مجال الزراعة :

يتم تعريض البذور لمجرات مختلفة من أشعة جاما بغرض حدوث طفرات بالأجنة بها وانتخاب الصالح منها لإنتاج نباتات أكثر إنتاجية وأكثر مقاومة . كما تستخدم أشعة جاما لتعقيم المنتجات النباتية والحيوانية لحفظها من التلف وإطالة فترة تخزينها ، كذلك تستخدم أشعة جاما لتعقيم ذكور الحشرات للحد من انتشار الآفات .

في مجال البحوث العلمية :

تستخدم المفاعلات النووية أبحاثية في تحضير العديد من انضائات المشعة التي تستخدم في بحوث علمية عديدة ، منها إمكان معرفة ما يحدث في النبات بوضع مواد مشعة في المواد الأساسية التي يستخدمها النبات ثم تتبع الإشعاعات الصادرة من هذه المواد لمعرفة دوراتها في النبات كإدخال ماء به أكسجين مشع وتتبع أثره.



الآثار الضارة للإشعاع

بصفة عامة يوجد نوعان من الإشعاع :

- ❖ **الإشعاع المؤين :** وهو الذي يحدث تغيرات في تركيب الأنسجة التي تتعرض له، ويتضمن على سبيل المثال أشعة ألفا وأشعة بيتا وأشعة جاما ، وكذلك الأشعة السينية فعندما تصدم هذه الإشعاعات مع ذرات أي مادة فإنها تؤينها ؛ لذلك تسمى بالإشعاعات المؤينة.
- ❖ **الإشعاع غير المؤين :** وهو لا يحدث تغيرات في تركيب الأنسجة التي تتعرض له ، ومن أمثلة هذا الإشعاع ، إشعاعات الراديو المنبعثة من الهاتف المحمول ، والميكروويف ، والضوء والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية وأشعة الليزر.

أولاً : أضرار الإشعاع المؤين :

- عند سقوط الإشعاعات المؤينة على الخلية فإنها تؤدي إلى تأين جزيئات الماء الذي يمثل الجزء الأكبر من أي خلية حية ، وهذا يؤدي إلى إتلاف الخلية وتكسير الكروموسومات وإحداث بعض التغيرات الجينية.
- وعلى المدى البعيد تحدث آثار في الخلية تؤدي إلى :
- ❖ موت الخلية.
- ❖ منع أو تأخر انقسام الخلية أو زيادة معدل انقسامها مما يؤدي إلى الأورام السرطانية.
- ❖ حدوث تغيرات مستديمة في الخلية تنتقل وراثياً إلى الأجيال التالية وتكون النتيجة ظهور مواليد جديدة مختلفة عن الأبوين المستجيبين.

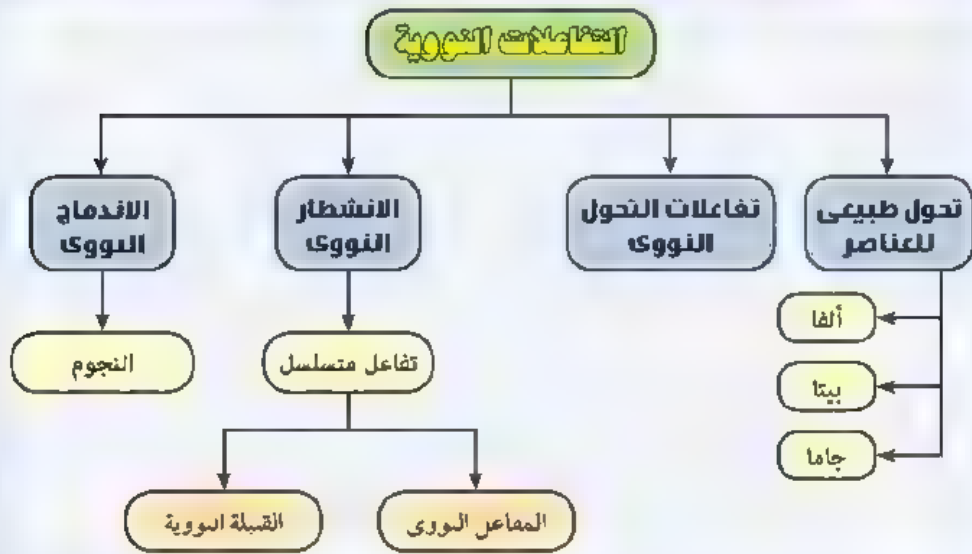
ثانياً : أضرار الإشعاع غير المؤين :

- على سبيل المثال ، إن الإشعاعات الصادرة من أبراج المحمول قد تسبب تغيرات فسيولوجية في الجهاز العصبي ، ويتجلى عن ذلك أن سكان المناطق القريبة من هذه الأبراج يعانون من الصداع ودوخة وأعراض إعياء وقد اتفق العلماء أنه يجب ألا تقل المسافة بين المساكن وبرج الهاتف المحمول عن 6 أمتار وهي مسافة آمنة.
- أما بالنسبة للهاتف المحمول فإن خطورته تكمن في أشعة المذياع (الراديو) المنبعثة منه ، حيث يؤثر المجال المغناطيسي والكهربي لهذه الأشعة على الخلايا علاوة على ارتفاع درجة الحرارة في الخلايا نظراً لامتصاص الخلايا للطاقة وقد أشارت بعض الأبحاث إلى أن استخدام الحاسب المحمول (اللاب توب) بوضعه على الركبتين يؤثر على الخصوبة.

المصطلحات الأساسية في الباب الخامس

- النظائر : ذرات العنصر نفسه تتفق في عددها الذري (Z) وتختلف في عدد النيوترونات في النواة.
- القوى النووية : هي القوى التي تعمل على ترابط لنوى كيميائية داخل النواة.
- يتكون البروتون من ارتباط 2 كوارك علوي (u) مع 1 كوارك سفلي (d)
- يتكون النيوترون من ارتباط 1 كوارك علوي (u) مع 2 كوارك سفلي (d)
- عمر النصف : هو الزمن الذي يتناقص فيه عدد أنوية العنصر لمشحع إلى نصف عدده لأصلي عن طريق الإحلال الإشعاعي.
- الانشطار النووي : انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متقديتين في الكتلة نتيجة لتفاعل نووي.
- الاندماج النووي : تفاعل نووي يتم فيه دمج نواتين خفيفتين لتكوين نواة أثقل.

مفاهيم أساسية في الباب الخامس





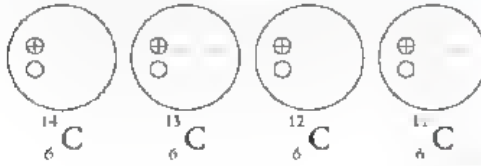
أنشطة وأسئلة الباب الخامس

الفصل الأول : نواة الذرة والجسيمات الأولية

نشاط تطبيقي : النظائر النووية

خطوات إجراء النشاط :

- المعطيات : الكربون له أربع نظائر هي : ${}^1_6\text{C}$ ، ${}^{12}_6\text{C}$ ، ${}^{13}_6\text{C}$ ، ${}^{14}_6\text{C}$.
- المطلوب : إذا مثلنا البروتون بالشكل \oplus ، و لنيوترون بالشكل \bigcirc وضح عدد البروتونات وعدد النيوترونات في نواة كل نظير .



تحليل النتائج :

- ما أكثر نظائر الكربون انتشارًا في الطبيعة ؟
- أي من هذه الأنوية أكثر استقرارًا ؟
- هل ذرات النظائر لها نفس الخواص الكيميائية ؟ فسر إجابتك .

أكمل الجدول التالي :

عدد نيوترونات	عدد النيوترونات	الرقم الذري	رقم الكتلة	وعر النواة
				${}^{11}_6\text{C}$
				${}^{12}_6\text{C}$
				${}^{13}_6\text{C}$
				${}^{14}_6\text{C}$

الاستنتاج :

النظائر هي



- ☒ تتكون العناصر من نظائر له و به
- ☒ نظائر لها نظائر ب ه ه ه نفس العنصر



- ☒ الذرة = الاستنتاج





نشاط تطبيقي : دراسة ثبات الأنوية

خطوات إجراء النشاط :

١. المعطيات : الشكل البياني التالي يوضح العلامة بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات لأنوية ذرات العناصر المستقرة الموجودة في الجدول الدوري.

٢. ادرس هذا الشكل ثم أجب عن الأسئلة التالية :

أ. ماذا يمثل الخط المنقطع في الرسم ؟ ...

ب. A، B، C تمثل موضع ثلاثة أنوية لذرات عناصر خارج منطقة الاستقرار، أي من هذه الأنوية يكتسب استقرارًا بانبعثات دقيقة β ؟ فسر إجابتك

ج. الجدول التالي يتضمن بعض أنوية تتصف بالثبات. أكمل بيانات الجدول :

النواة	عدد النيوترونات	عدد البروتونات	النسبة (N/Z)
$^{208}_{82}\text{Pb}$			
$^{56}_{26}\text{Fe}$			
$^{40}_{20}\text{Ca}$			
$^{23}_{11}\text{Na}$			

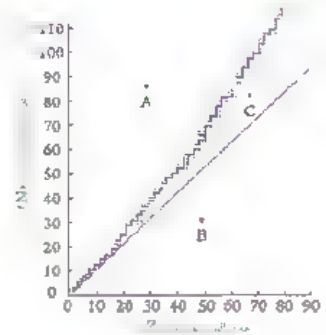
٣. كيف تربط بين نسبة (N/Z) لهذه الأنوية والثبات النووي ؟



الربط بين نسبة عدد النيوترونات إلى البروتونات في النواة وثبات النوى



يستخدم الطالب المخطط التالي



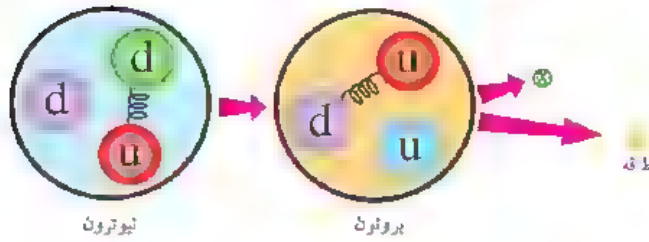


نشاط تطبيقي : الكواركات

- الجدول التالي يوضح قيمة رقم الشحنة Q للكواركات u, d, s نسبة إلى شحنة الإلكترون.

لـكوارك	Q
u	$+\frac{2}{3}e$
d	$-\frac{1}{3}e$
s	$-\frac{1}{3}e$

- ادرس الشكل لتالي ثم اجب عن الأسئلة



أ. احسب الشحنة الكهربائية لكل من : البروتون - النيوترون.

ب. اكتب معادلة تحول النيوترون إلى بروتون.

ج. ما هي شحنة الحسيم (X) ؟



✓ حساب الشحنة الكهربائية لبعض الجسيمات
لنووية



✓ متساوي مصطلحات مقارنة السمات
استخلاص نتائج





أسئلة تقييمية

أولاً : اختر لإجابة الصحيحة

① إذا كانت طاقة الترابط النووي لنواة الهيليوم (${}^4_2\text{He}$) تساوي 28 MeV فإن طاقة الربط النووي لكل نيوكليون في نواة الهيليوم بالمليون إلكترون فولت تساوى

أ. 7 ب. 14 ج. 56 د. 112

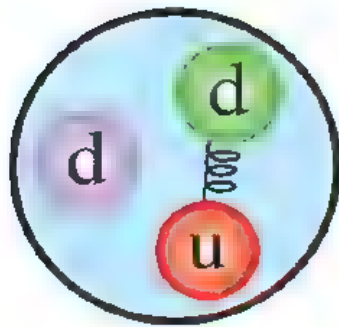
② إذا كان الفرق بين مجموع كتل مكونات النواة للذرة الحديد (${}^{56}_{26}\text{Fe}$) وكتلة النواة وهي متماسكة هو 0.5 u فإن طاقة الترابط النووي لنواة ذرة الحديد تكون

أ. 0.8×10^{-10} MeV ب. 0.5 Joule ج. 0.5 MeV د. 465.5 MeV

③ عندما تتحول البروتون إلى نيوترون ينطلق

أ. β^- ب. β^+ ج. α د. δ

④ الرسم التالي يمثل تركيب



أ. بروتون ب. نيوترون ج. إلكترون د. ميرون





ثانيًا : حل المسائل التالية :

استخدم العلاقات التالية عند الحاجة إليها:

$$\text{كتلة البروتون} = 1.007825 \text{ u} - \text{كتلة النيوترون} = 1.008665 \text{ u} - \text{سرعة الضوء} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

① استخدم معادلة اينشتين لحساب الكتلة بالكيلوجرام التي تتحول إلى طاقة مقدارها 190 MeV.

② احسب الطاقة ، مقدرة بوحدات MeV الناتجة عن تحول 5 g من مادة إلى طاقة

③ احسب طاقة الترابط للنواة ${}^4_2\text{He}$ مقدرة بوحدات MeV، ثم احسب طاقة الترابط لكل نيوكليون في هذه النواة، إذا علمت أن ${}^4_2\text{He} = 4.001506 \text{ u}$.

④ احسب طاقة الترابط للنواة ${}^{16}_8\text{O}$ ، مقدرة بوحدات MeV، ثم احسب طاقة الترابط لكل نيوكليون في هذه النواة ، إذا علمت أن ${}^{16}_8\text{O} = 15.994915 \text{ u}$.

⑤ أيهما أكثر استقراراً النواة ${}^{16}_8\text{O}$ أم النواة ${}^{17}_8\text{O}$ ، إذ علمت أن :

$${}^{16}_8\text{O} = 15.994915 \text{ u}, {}^{17}_8\text{O} = 16.999132 \text{ u}$$

ثالثًا أبحث وتعلم :

استخدم شبكة إنترنت في عمل بحث للتعرف على مصدر اسم "كوارك" **Quark** ، ومن هو مكتشف هذه الجسيمات الأولية . وما أنواع الكواركات . اكتب تقريرًا واعرض على زملائك باستخدام الكمبيوتر وبرنامج **Power point**.





الفصل الثاني : النشاط الاشعاعي والتفاعلات النووية

نشاط تطبيقي : عمر النصف لمادة مشعة



خطوات إجراء النشاط

- * المحطيات : في تجربة لقياس عمر النصف لمادة مشعة (الرادون $^{220}_{86}\text{Rn}$) كانت العلاقة بين عدد الأنوية المتبقية n بالمليون والزمن t بالثانية كما في الجدول التالي :

t	0	10	20	30	40	50	55	60	65	70
n	30	26	23	21	18	16	15	14	13	12

- * المطلوب : ارسم علاقة بيانية بين عدد الأنوية المتبقية (على المحور الرأسى) والزمن (على المحور الأفقى) في ورقة لرسم البياني

تحصيل النتائج والاستنتاج :

- * احسب عمر النصف لعنصر الرادون المشع .
- * ماذا يقصد بمقدار عمر النصف الذي حصلت عليه ؟
- * في إحدى مراحل انحلال $^{220}_{86}\text{Rn}$ بانبعث دقيقة ألفا :
أ. ما طبيعة دقائق ألفا ؟

ب. عندما تنبعث دقيقة ألفا من نواة لرادون - 220 المشع تتحول إلى نظير البولونيوم Po . اكتب المعادلة التي تمثل هذا التحول.



✓ استخدام العلاقة البيانية بين الزمن وعدد الأنوية المتبقية في حساب فترة عمر النصف.



✓ مراح مشاهدات : عند التحليل في رسم بياني.



✓ ورقة رسم بياني



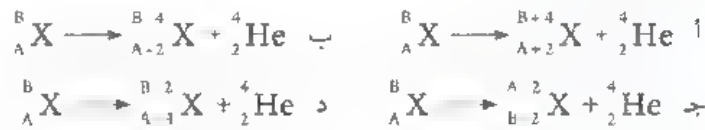


أسئلة تقييمية

أولاً - اختر الإجابة الصحيحة

- ① إحدى الصفات التالية تنطبق على أشعة جاما
 أ. لها شحنة موجبة
 ب. لها شحنة سالبة
 ج. عبارة عن إلكترونات
 د. عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية

② إذا علمت أن ${}^B_A X$ تمثل نواة عنصر باعثة لدقائق ألفا فإن إشعاع نواة هذا العنصر الدقيقة ألفا تمثله المعادلة التالية



③ في المعادلة ${}^4_2 \text{He} + {}^9_4 \text{Be} \longrightarrow {}^{12}_6 \text{C} + X$ تكون (X) عبارة عن

- أ. إلكترون
 ب. بروتون
 ج. نيوترون
 د. أشعة جاما

④ ينحل الثوريوم ${}^{228}_{90} \text{Th}$ متحولاً إلى ${}^{216}_{84} \text{Po}$ نتيجة انطلاق عدد من جسيمات ألفا تساوي

- أ. 2
 ب. 3
 ج. 4
 د. 5

⑤ (X) نواة ذرة عنصر مشع فقدت (5) جسيمات ألفا على التوالي فتحوّلت نواته إلى نواة العنصر ${}^{206}_{80} X$

نواة ذرة العنصر الأصلي X هي

- أ. ${}^{216}_{90} X$
 ب. ${}^{216}_{82} X$
 ج. ${}^{226}_{86} X$
 د. ${}^{226}_{94} X$





- ٦) واحدة مما يلي لا تنطبق على أشعة ألفا
- أ. عبارة عن أنوية هيليوم ب. أكثر قدرة على تأين الهواء
ج. أكثر قدرة على النفاذ في الهواء د. تتأثر بالمجال المغناطيسي
- ٧) بعد مرور 12 دقيقة على عينة نقية من عنصر مشع ينحل 75% من أنوية ذرات هذا العنصر. عمر النصف للعنصر يساوي ...
- أ. 3 دقائق ب. 4 دقائق
ج. 6 دقائق د. 9 دقائق

ثانيًا : أسئلة المقال :

- ١) قارن بين أشعة ألفا وبيتا من حيث :
- أ. شحنته كل منهما
ب. قدرة كل منهما على النفاذ في الهواء
ج. قدرة كل منهما على تأين الهواء
- ٢) ينحل الراديوم $^{226}_{88}\text{Ra}$ معطياً دقيقة ألفا. وضح ذلك بمعادلة نووية مناسبة.
- ٣) اشرح المراحل الأربعة لحدوث التلف الإشعاعي للمخيلة.
- ٤) اشرح الآثار الصارة للإشعاعات الصادرة من جهاز الموبايل ومن جهاز اللاب توب.
- ٥) اذكر الفرق بين كل مما يأتي :
- أ. التفاعل النووي والتفاعل الكيميائي.
ب. الانشطار النووي والاندماج النووي.
ج. الإشعاع المؤين والإشعاع غير المؤين.





أسئلة مراجعة الباب الخامس

أولاً. اختر الإجابة الصحيحة .

- ١) النيوكليونات اسم يطلق على
 - أ. البروتونات ودقائق ألف
 - ب. دقائق ألف ودقائق بيتا
 - ج. دقائق بيتا والنيوترونات
 - د. النيوترونات والبروتونات
- ٢) أى من الصفات التالية لا تطبق على مفهوم نظائر بعنصر الواحد
 - أ. تتفق في الخواص الكيميائية
 - ب. تتفق في العدد الذري
 - ج. تتفق في عدد النيوترونات
 - د. تتفق في عدد البروتونات
- ٣) عينة من عنصر مشع عدد دوراتها (4.8×10^{12}) دورة (وفترة عمر النصف لهذا العنصر مستان ، فإن عدد أنوية ذرات هذا العنصر التي انحلت بعد 8 سنوات تساوى
 - أ. 2.4×10^{12}
 - ب. 4.2×10^{12}
 - ج. 3.6×10^{12}
 - د. 4.5×10^{12}
- ٤) رقم الشحنة (Q) لكوارك من النوع (u) يسوى ..
 - أ. 0
 - ب. $+\frac{1}{3}$
 - ج. $+\frac{2}{3}$
 - د. -1
- ٥) أى الجسيمات التالية نرسم له بالرمز ${}^4_2\text{He}$
 - أ. جسيم بيتا
 - ب. جسيم ألف
 - ج. نيوترون
 - د. بروتون





ثانيًا : أكمل المعادلات النووية التالية :



ثالثًا : حلّ لما يأتي :

- (1) الكتلة الفعلية لنواة أى ذرة أقل من مجموع كتل مكوناتها.
- (2) لا يتغير العدد الذرى أو عدد الكتلة للنواة المشعة عند انبعاث أشعة جاما منه.
- (3) يصعب تحقيق التفاعل النووى الاندجى فى المختبرات.

رابعًا : حلّ المسائل التالية :

- (1) اوجد طاقة الترابط لنواة الكربون $^{12}_6\text{C}$ مقدرة بكل من:
 - أ. وحدة الكتلة الذرية (u)
 - ب. المليون إلكترون فولت (MeV)
- (2) تسمى نواة ذرة الديوتيريوم بالديوترون، الذى يتكون من بروتون ونيوترون، فإذا علمت أن كتلة الديوترون 2.014102 u وكتلة البروتون 1.007825 u وكتلة النيوترون 1.008665 u ، احسب طاقة ترابط الديوترون بوحدة MeV.
- (3) احسب كمية الطاقة مقدرة بالجول الناتجة عن تحول 3 g من مادة إلى طاقة.
- (4) احسب مقدار الطاقة الناتجة عن تحول $1.66 \times 10^{24} \text{ g}$ مقدرة بوحدة:
 - أ. الجول (J).
 - ب. مليون إلكترون فولت MeV.



علامات الأمان



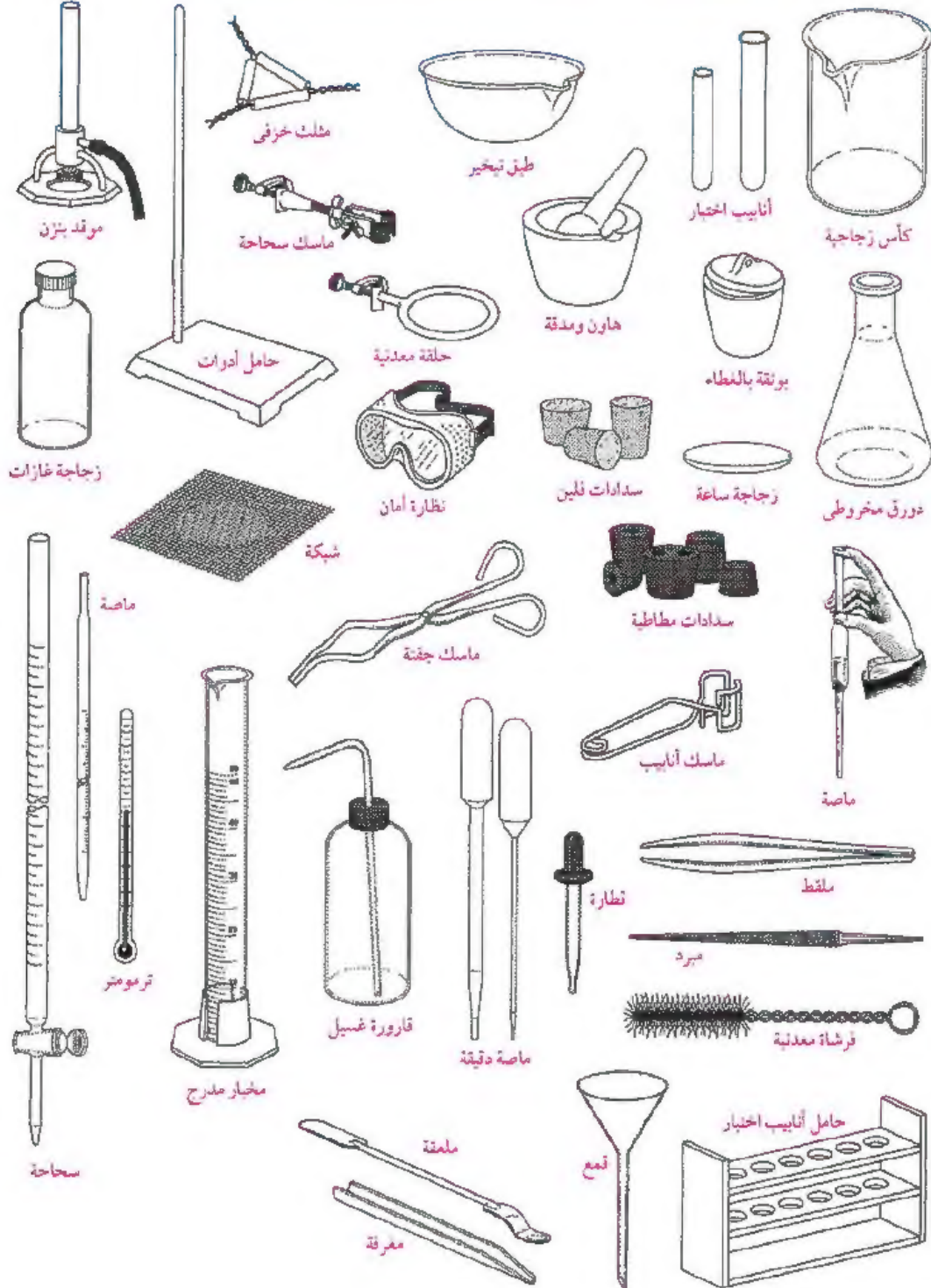
اتبع الاحتياطات اللازمة عند استخدامك جهازاً أو مادة كيميائية عليها علامات الأمان التالية :

- | | |
|---|--|
| خطر على العين (استخدم النظارات الواقية). | |
| مُعْطَف مَحْتَبِر (رَدِّ مَعْصَفِ المَحْتَبِر). | |
| خطر التفسير الزجاجي (لا تستخدم أى جهاز زجاجية مشروخة أو مكسورة ، ولا تسخن قاع أنبوب الاحتراق). | |
| خطر المهملات (تخلص من المواد بكمية بالتابع التعليمات الخاصة بها). | |
| مادة كيميائية تآكلية حارقة. | |
| مادة كيميائية تآكلية تسبب الحساسية المفرطة. | |
| مادة قابلة للاشتعال. | |
| مادة سامة. | |
| خطر الحرق (نفثات اربطى شعرك إلى الحلق، وارتنى معطف المختبر لئلا يلمس الملابس الواسعة إلى داخله ، وعدم تعريضها للحرق). | |
| خطر التسمم (لا تعضب اللبان ، أو تشرب ، أو تأكل في المختبر ، ولا تقرب يديك إلى وجهك). | |
| خطر الكهرباء (توَّخَّ الحذر عند استخدامك جهازاً كهربائياً). | |
| خطر الاستنشاق (تجنب استنشاق المواد الكيميائية). | |

ملخص للخطوات التي يجب اتباعها عند حدوث بعض الإصابات المخبرية :

الإصابة	كيفية التعامل معها
حروق الأحماض	وضع الأجزاء المصابة تحت الماء لبارد لمدة متواصلة ثم استخدم كمادات سمح اليكربونات
الإعماء	وضع الشخص في مكان متجدد الهواء ، ووضع رأسه في وضعية مائلة بحيث يكون في مستوى أدنى من دفي جسمه.
الحرق	علق جميع صابير العار ، برع التوصيلات الكهربائية ، استخدام بطانية مصادة للحريق ، استخدام المطافئ لمحاصرة الحريق
صاة العين	غسل العين مباشرة بالماء ومرعاة عدم فرك العين إذا وجد فيها جسم غريب حتى لا تحدث حروقاً في القرنية.
الجروح القطعة بسيطة	ترك بعض الدم يسيل ، وغسل الجرح بالماء والصابون
تسمم	بإلاع المعلم ، وإعلامه بأن المادة المستخدمة هي المسؤولة عن التسمم

أدوات معملية



بعض القواعد العامة التي يجب اتباعها عند استخدام أدوات المعمل :

الميزان الكعاس Balance

- ☆ ضع على كفة الميزان المواد الجافة فقط ، أما المواد السائلة يجب أن توزن بطريقة الفرق.
- ☆ أغلق أبواب الميزان أثناء عملية الوزن لأن هذا يمنع الخطأ الناتج عن تيارات الهواء.
- ☆ ضع المادة المراد وزنها في وسط كفة الميزان.
- ☆ نظف كفة الميزان باستخدام الفرشاة الخاصة بذلك.

الأنابيب الاختبار Test Tubes

- ☆ عدم جعل فوهتها باتجاه الوجه وكذلك عدم مسكها باليد عند التسخين بل باستخدام الماسك.
- ☆ عند التسخين يجب تسخينها من القاع وليس الجانب ، وبلهب هادئ مع التحريك المستمر لتجنب كسرها بالحرارة الشديدة.

المخبار المدرج Graduated Cylinder

- ☆ عند صب السائل في المخبار المدرج يجب أن ننتظر حتى يستقر سطحه .
- ☆ نضع العين في المستوى الأفقى لسطح السائل ثم نقرأ القيمة التي توافق الجزء المستوى من السطح الهلالى للسائل.
- ☆ نكتب العدد متبوعاً بوحدة القياس المكتوبة على الإناء.

الماصة Pipette

- ☆ عدم تسخين الماصة بمسكها بيدك لفترة طويلة ، أو تقريبها من مصدر حرارى.
- ☆ إعطاء الوقت الكافى للسائل للخروج من الماصة.
- ☆ تجنب هز الماصة أو النفخ فيها لإجبار السائل على الخروج.
- ☆ تجنب فقدان جزء من السائل أثناء نقله بالماصة.

الاسطوانة Burette

- ☆ تثبيت الاسطوانة فى حامل ذو قاعدة معدنية حتى يتم الحفاظ على الشكل العمودى لها خلال التجارب.
- ☆ تملأ الاسطوانة بالسائل بعد غلق الصنبور جيداً إلى أعلى صفر التدريج الموجود قرب الطرف العلوى لها ثم يفتح الصنبور لتفريغ الهواء الموجود أسفلها حتى يصل السائل عند صفر التدريج ثم نغلق الصنبور.
- ☆ عند قراءة التدريجات فى الاسطوانة يجب أن تكون العين فى مستوى سطح السائل ، والقراءة الصحيحة تتم بأن يكون أسفل تقعر السائل ملاصقاً أعلى خط التدريج الذى نريد قياسه.

مقاس الكتاب	$\frac{1}{8} \times 57 \times 82$ سم
عدد الصفحات بالغلاف	١٨٠ صفحة
طبع المتن	٤ لون
طبع الغلاف	٤ لون
ورق المتن	٧٠ جم أبيض
ورق الغلاف	١٨٠ جم كوشيه
التجليد	جانبي
رقم الكتاب	

<http://elearning.moe.gov.eg>